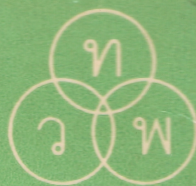


สังคมศึกษา

ภูมิศาสตร์กายภาพ

ประโยคมัธยมศึกษาตอนปลาย

ฉบับละเอียด

ภูมิศาสตร์กายภาพ
ประโยคมัธยมศึกษาตอนปลาย

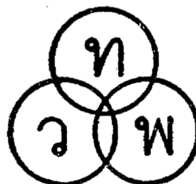
(ม.ศ. ๔ – ๕)

นายไพฑูรย์ พงศะบุตร อ.บ. (เกียรตินิยม), ป.ม.
M.A. (Cantab), Dip. in Ed. (St. Andrews), M.A. (Hawaii)
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ในแผนกวิชาภูมิศาสตร์และประวัติศาสตร์
คณะอักษรศาสตร์ จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย

เรียบเรียง

ตามหลักสูตรประโยคมัธยมศึกษาตอนปลาย

พุทธศักราช ๒๕๐๓



พิมพ์ครั้งที่สี่ ๑๐,๐๐๐ ฉบับ

พ.ศ. ๒๕๑๓

ราคาเล่มละ ๒๓.๐๐ บาท

พิมพ์จำหน่ายที่ ห้างหุ้นส่วนสามัญนิติบุคคล

ไทยวัฒนาพานิช

๕๙๙ ถนนไมตรีจิต พระนคร โทร. ๒๐๑๑๔, ๒๐๘๐๗, ๒๘๒๔๑

คำนำ

หนังสือภูมิศาสตร์กายภาพฉบับนี้ ได้เรียบเรียงขึ้นตรงตามหลักสูตรประโยคมัธยมศึกษาตอนปลาย (ม.ศ. ๔–๕) ในหมวดวิชาสังคมศึกษา ข. และได้บรรจุเนื้อหาที่คิดว่าจะเป็นประโยชน์แก่นักเรียนและนักศึกษาในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ โดยได้แทรกรูปและแผนที่ประกอบคำอธิบายบ้างตามสมควร ในการเรียบเรียง ข้าพเจ้าก็ได้พยายามยึดถือตามหลักวิชาภูมิศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนและนักศึกษาได้รับความรู้ที่ถูกต้องเป็นมาตรฐาน หากมีข้อผิดพลาดและข้อบกพร่องใด ๆ อยู่บ้าง ก็จะได้แก้ไขให้ถูกต้องสมบูรณ์ยิ่งขึ้นในโอกาสต่อไป

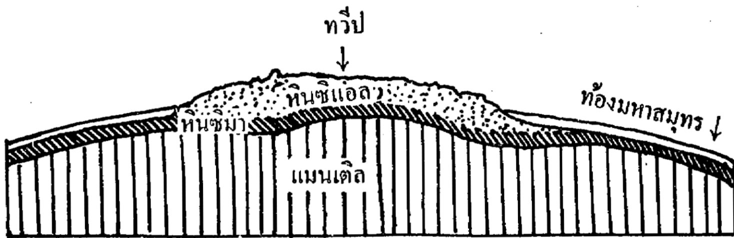
ไพฑูรย์ พงศะบุตร

๑๔ พฤศจิกายน ๒๕๐๙

สารบัญ

บทที่ ๑ ลักษณะของเปลือกโลก

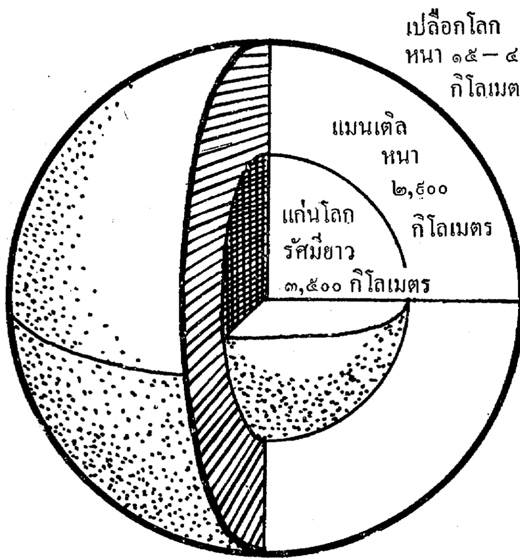
ส่วนประกอบของเปลือกโลก เปลือกโลกหมายถึงส่วนที่เป็นของแข็งที่ห่อหุ้มอยู่ชั้นนอกสุดของโลก มีความหนาตั้งแต่ ๑๕ ถึง ๔๕ กิโลเมตร ประกอบขึ้นด้วยธาตุต่าง ๆ ที่รวมกันเป็นหินเปลือกโลก ส่วนใหญ่เป็นหินอัคนี เปลือกโลกแบ่งออกได้เป็น ๒ ชั้น คือ ชั้นนอกเป็นหินที่มีความแน่นน้อย มีธาตุซิลิกา (Silica) และธาตุอลูมินา (Alumina) เป็นส่วนประกอบสำคัญ เรียกว่า **หินซิแอล (Sial)** ส่วนชั้นในมีความแน่นมาก มีธาตุซิลิกา และธาตุมักนีเซียม (Magnesium) เป็นส่วนประกอบสำคัญ เรียกว่า **หินซิมา (Sima)** ความหนาของหินซิแอลและหินซิมานั้นมีไม่เท่ากันในที่ต่าง ๆ อย่างเช่นเปลือกโลกส่วนที่เป็นทวีป จะมีหินซิแอลหนากว่าเปลือกโลกส่วนที่เป็นมหาสมุทร มหาสมุทรที่ลึกมาก ๆ นั้นอาจมีแต่หินซิมารองรับอยู่เพียงอย่างเดียวก็ได้



หินซิแอล และ หินซิมา ซึ่งประกอบขึ้นเป็นเปลือกโลก ส่วนที่เป็นทวีปจะมีหินซิแอลเป็นส่วนใหญ่

ส่วนที่อยู่ภายในโลก ใต้จากเปลือกโลกลงไป เป็นส่วนที่เป็นเนื้อในของโลก เรียกว่า **แมนเติล (Mantle)** มีความหนาประมาณ ๒,๙๐๐ กิโลเมตร มีลักษณะเป็นของแข็ง แต่ไม่แข็งและเปราะมากเหมือนกับเปลือกโลก ประกอบด้วยแร่ธาตุที่มีความแน่นมากกว่าหินเปลือกโลก และลึกกว่าชั้นแมนเติลลงไปจนถึงจุดศูนย์กลางของโลก เป็นชั้นที่เรียกว่า **แก่นโลก (Earth's core)** มีลักษณะเป็นรูปทรงกลม มีรัศมียาวประมาณ ๓,๕๐๐ กิโลเมตร แก่นโลกนี้ประกอบด้วยธาตุเหล็ก และนิเกิล เป็นส่วนใหญ่ มีความร้อนและความกดสูงมากกว่าชั้นอื่น ๆ ทั้งหมด

พื้นผิวของเปลือกโลก เปลือกโลกมีลักษณะขรุขระ เป็นที่สูง ๆ ต่ำ ๆ



ลักษณะภายในของโลก

นอกจากนี้ยังมีน้ำและอากาศปกคลุมอยู่ที่พื้นผิวของโลกด้วย บริเวณที่เป็นที่ต่ำอันมีน้ำปกคลุมอยู่นั้นเกิดเป็นทะเล ทะเลสาบและมหาสมุทร ส่วนที่เป็นที่สูงอยู่เหนือพื้นน้ำก็กลายเป็นเกาะและทวีปไป จากการคำนวณ ปรากฏว่า บริเวณที่มีน้ำปกคลุมอยู่มีเนื้อที่ประมาณ ๗๒ % ของเนื้อที่บนผิวโลก ส่วนที่เป็นพื้นดินมีเพียง ๒๘ % และเหนือจากพื้นดิน และพื้นน้ำขึ้นไปเป็นส่วนที่เป็นอากาศซึ่งห่อหุ้มโลกอยู่ มีความหนาประมาณ ๑,๐๐๐ กิโลเมตร เรียกว่า บรรยากาศ พ้นจากนั้นออกไปเป็นเขตที่เรียกว่า อวกาศ บนพื้นผิวโลกเราจึงอาจแบ่งออกได้เป็น ๔ ส่วนใหญ่ ๆ คือ

๑. **ธรณีภาค (Lithosphere)** หมายถึงส่วนที่เป็นพื้นดิน ได้แก่ทวีปและเกาะต่าง ๆ

๒. **อุทกภาค (Hydrosphere)** หมายถึงส่วนที่เป็นพื้นน้ำ ได้แก่ มหาสมุทร ทะเล ทะเลสาบ หนอง บึง แม่น้ำลำคลอง

๓. **อากาศภาค (Atmosphere)** หมายถึงส่วนที่เป็นบรรยากาศ

๔. **ชีวภาค (Biosphere)** หมายถึงส่วนที่มีชีวิต ได้แก่ มนุษย์ สัตว์และพืช

หินเปลือกโลก ได้กล่าวแล้วว่าหินเปลือกโลกส่วนใหญ่เป็นหินอัคนี เกิดจากหินละลายร้อนเหลวเย็นตัวลงและแข็งตัว ซึ่งแต่เดิมทีเดียวเมื่อโลกเย็นตัวลงใหม่ ๆ ก็จะเกิดมีหินชนิดนี้แข็งตัวเป็นเปลือกโลกอยู่เพียงอย่างเดียว ต่อมา

ในชั้นหลัง เมื่อระยะเวลาผ่านพ้นไปนาน ๆ มากเข้า หินเปลือกโลกนี้จะเกิดการผันแปร สึกกร่อนผุพังจากการกระทำของแสงแดด แม่น้ำ ลำธาร ทะเลและมหาสมุทร ทำให้เกิดมีหินชนิดใหม่ขึ้น แตกต่างไปจากหินอัคนีที่มีอยู่แต่เดิม หินที่เกิดขึ้นใหม่นี้จะมีอยู่เฉพาะที่ผิวของเปลือกโลกเท่านั้น ในระดับความลึกลงไปยังคงเป็นหินอัคนีทั้งหมด ถ้าหากเราจะแบ่งประเภทของหินที่ปรากฏให้เห็นอยู่บนผิวของโลก ก็อาจแบ่งออกได้เป็นประเภทใหญ่ ๆ ๓ ประเภท คือ

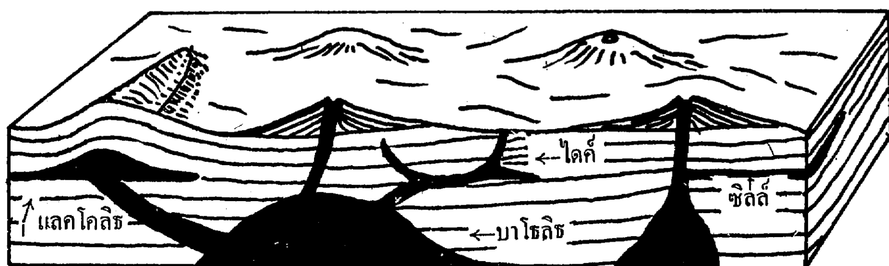
๑. หินอัคนี (Igneous Rocks)

๒. หินชั้น (Sedimentary Rocks)

๓. หินแปร (Metamorphic Rocks)

หินอัคนี หินอัคนีคือหินซึ่งเดิมเคยละลายเหลวมาก่อนในสภาพของหินหนืด (magma) และต่อมาได้เย็นตัวลงและแข็งตัว ถ้าหากหินหนืดแข็งตัวก่อนที่จะขึ้นมาถึงผิวดิน ก็เรียกว่า **หินแลบ** (Intrusive Rocks) แต่ถ้าแข็งตัวเมื่อขึ้นมาถึงพื้นผิวดินแล้ว ก็เรียกว่า **หินไหล** (Extrusive Rocks)

หินแลบนั้นไหลแทรกขึ้นมาแข็งตัวได้หลายวิธีและมีรูปร่างแตกต่างกันไป บางทีก็มีรูปร่างเป็นแผ่นตัดขวางหินเดิมที่มันไหลแทรกผ่านขึ้นมา ซึ่งเรียกว่า **ไดค์** (Dike) หรือแทรกตัวตามแนวชั้นของหินเดิม ซึ่งเรียกว่า **ซิลล์** (Sill) ทั้งไดค์และซิลล์นี้อาจจะมีความหนาตั้งแต่เพียงไม่กี่เซนติเมตร จนถึงเป็นร้อย ๆ เมตรก็ได้ แต่ส่วนมากมักจะมีความหนาประมาณ ๑–๖ เมตร นอกจากจะมีรูปร่างเป็นแผ่น หินแลบอาจจะมีรูปร่างเป็นเนินรูปโดมหรือเนินรูปหลังเต่า (Domelike shape) ซึ่งเกิดจากการดันหินเดิมข้างบนให้โก่งนูนขึ้นมา หินแลบชนิดนี้เรียกชื่อว่า **แลคโคลิธ** (Laccolith) อีกชนิดหนึ่งเรียกว่า **บาโธลิธ** (Batholith) เป็นหินแลบที่แข็งตัวอยู่ในระดับความลึกมาก มีอาณาบริเวณกว้างใหญ่ และเป็นการยากที่จะทราบว่าหินแลบชนิดนี้มีฐานลึกลงไปใต้ผิวโลกมากเท่าใด หินบาโธลิธนี้ตามปกติพบอยู่ในเขตที่เป็นใจกลางของเทือกภูเขาใหญ่ ๆ หรือเขตที่เคยเป็นเทือกภูเขามาก่อน ซึ่งอาจจะเป็นเพราะการไหวตัวอย่างรุนแรงในระยะเวลาที่เกิดเทือกภูเขานั้นได้ทำให้หินหนืดไหลเคลื่อนที่ขึ้นมาแข็งตัวได้เป็นจำนวนมาก



ไดอาแกรมแสดงลักษณะของหินแลบชนิดต่าง ๆ

หินแลบนี้ ถึงแม้ว่าเวลาที่แข็งตัวจะอยู่ใต้พื้นผิวดินก็ตาม แต่เมื่อระยะเวลาผ่านพ้นไปนาน ๆ หินเดิมที่ปกคลุมอยู่ชั้นบนค่อย ๆ สึกหรอพังทลายไป ก็ทำให้หินแลบที่อยู่ข้างใต้ขึ้นมาปรากฏอยู่บนพื้นผิวดินได้ และส่วนใหญ่ของหินแลบที่นักธรณีวิทยานำมาศึกษากันก็เป็นหินที่โผล่ขึ้นมาปรากฏอยู่บนพื้นผิวดินแล้ว

นอกจากจะแบ่งตามรูปร่างกำเนิดแล้ว หินแลบยังแบ่งออกเป็นชนิดต่าง ๆ ตามลักษณะโครงสร้างของผลึก และสารแร่ที่เป็นส่วนประกอบอยู่ในหินนั้น ที่นับว่าเป็นชนิดสำคัญก็ได้แก่ **หินแกรนิต** (granite) **หินไดออไรท์** (diorite) **หินแกบโบร** (gabbro) และ**หินเพริโดไทต์** (peridotite)

หินไหลมีรูปร่างลักษณะ ๒ อย่างคือ อย่างหนึ่งเป็นหินละลายที่ไหลขึ้นมาจากปล่องภูเขาไฟ หรือตามรอยแยกของเปลือกโลก เรียกว่า **หินลาวา** (lava) ซึ่งแบ่งออกเป็นชนิดต่าง ๆ ตามลักษณะโครงสร้างของผลึกและส่วนประกอบของสารแร่ อย่างเช่น **หินแก้วภูเขาไฟ** (volcanic glass) **หินสคอเรีย** (scoria) **หินแอนดีไซท์** (andesite) **หินบาซอลท์** (basalt) เป็นต้น อีกอย่างหนึ่งเป็นหินละลายที่พ่นปลิวออกมาจากปล่องภูเขาไฟในลักษณะของฝุ่นหรือก้อน เรียกว่า **หินไพโรคลาสต์** (pyroclast) อย่างเช่น **ฝุ่นภูเขาไฟ** (volcanic dust) **เถ้าภูเขาไฟ** (volcanic ash) **ซินเดอร์** (cinder) **โวลแคนิค บอมบ์** (volcanic bomb) เป็นต้น หินไพโรคลาสต์นี้อาจจะพบอยู่ในบริเวณที่เคยมีภูเขาไฟมาก่อน

หรืออาจจะถูกนำพาไปทับถมกันในที่ไกล ๆ ก็ได้จากการนำพาของลม หรือจากแรงระเบิดของภูเขาไฟ

หินชั้น เป็นหินที่เกิดจากการทับถมของโคลนตะกอน หรือสารต่าง ๆ ที่ได้มาจากการผุพังหรือการพังทลายของหินเปลือกโลกซึ่งมีอยู่ที่อื่น และถูกนำพามาโดยแม่น้ำลำธาร ลม หรือธารน้ำแข็ง มาสะสมตัวกันในท้องทะเลตื้นหรือในแอ่งเปลือกโลก ซึ่งต่อมาสิ่งที่สะสมกันอยู่นั้นได้จับตัวกันแน่น และกลายเป็นหินชนิดต่าง ๆ ตามลักษณะของส่วนประกอบของมัน เช่นเป็นหินทรายหรือหินปูน หรือดินเหนียวเป็นต้น ที่เรียกว่าหินชั้นก็เนื่องจากหินชนิดนี้มีลักษณะเป็นชั้น ๆ มองเห็นด้วยตาเปล่าได้อย่างชัดเจน เกิดจากการทับถมของสสารที่มีขนาดไม่เท่ากัน หรือต่างชนิดกัน ภายในระยะเวลาต่าง ๆ กัน ฉะนั้นชั้นของการทับถมที่เกิดขึ้นแต่ละครั้งจึงแตกต่างกับชั้นอื่น ๆ ชั้นเหล่านี้เรียกว่า **strata** หรือ **beds** อาจจะเป็นชั้นบาง ๆ หรือมีความหนามากก็ได้ เวลาที่เริ่มเกิดการทับถมใหม่ ๆ นั้น โคลนตะกอนเหล่านี้ยังอ่อนตัวอยู่ และไม่เกาะกัน แต่เมื่อระยะเวลาผ่านไปนาน ๆ เข้าก็จะจับตัวกันแน่นกลายเป็นหินอย่างที่เราเห็นอยู่ การที่จับตัวกันแน่นได้นั้นก็เนื่องจากกรรมวิธีหลายอย่าง เช่น เนื่องจากความกดดันเกิดจากการรับน้ำหนักของหินชั้นรุ่นใหม่ที่ทับอยู่ข้างบน ทำให้น้ำที่ซึมอยู่ระหว่างอนุภาคของโคลนตะกอนถูกขับดันออกไป และอนุภาคของโคลนตะกอนจึงเบียดตัวกันแน่นเข้า หรือเนื่องจากสารบางชนิดที่ละลายอยู่ในน้ำ เช่น แคลเซียมคาร์บอเนต และซิลิกอนไดออกไซด์ ได้ไปเชื่อมประสานอนุภาคของโคลนตะกอนหรือกรวดทรายให้ติดกันแน่น

นอกจากจะมีลักษณะเป็นชั้น ๆ แล้ว หินเปลือกโลกประเภทนี้ยังมักมี**ซากดึกดำบรรพ์ (fossils)** อยู่ด้วย ซึ่งเป็นซากของพืชหรือสัตว์ที่ถูกผนึกแน่นในหิน และทำให้เกิดเป็นรอยพิมพ์ขึ้น โดยเฉพาะในหินปูนบางชนิดจะมีซากดึกดำบรรพ์ปรากฏอยู่เป็นจำนวนมาก ซากดึกดำบรรพ์เช่นนี้จะไม่พบอยู่ในหินอัคนีหรือหินแปร

หินชั้นมีอยู่มากมายหลายชนิด และแบ่งออกเป็นกลุ่มใหญ่ ๆ ๓ กลุ่ม คือ

ก. **หินชั้นที่เกิดจากการทับถมทางด้านกลศาสตร์** เกิดจากการทับถมของกรวดทรายและโคลนตะกอนต่าง ๆ ที่ถูกแม่น้ำลำธาร ลม คลื่น ธารน้ำแข็งนำพามารวมกัน และจัดแยกออกตามขนาดต่าง ๆ ของสิ่งทับถมนั้น ได้แก่ **หินกรวดมน (conglomerate)** ซึ่งมีก้อนกรวดเป็นส่วนประกอบ **หินทราย (sandstone)** ประกอบด้วยเมล็ดทรายเกาะเชื่อมประสานกัน และ**หินดินดาน (shale)** ประกอบด้วยดินเหนียวหรือโคลนที่อัดแข็งแน่น เป็นต้น

ข. **หินชั้นที่เกิดจากการทับถมของอินทรียวัตถุ** เป็นหินชั้นที่เกิดจากการทับถมของซากสิ่งมีชีวิต เช่น พืช และสัตว์ ที่สำคัญก็ได้แก่ **หินปูน (limestone)** และ**ถ่านหิน**

ค. **หินชั้นที่เกิดจากการทับถมทางด้านเคมี** เป็นหินชั้นที่เกิดจากการทับถมของสารแร่ที่ตกตะกอนในน้ำ หรือจับตัวกันเป็นชั้นแข็งเพราะน้ำระเหยตัวหมดไป อย่างเช่น **ดินขาว (marl)** เกิดจากธาตุปูนในน้ำทะเลตกตะกอนและจับตัวเป็นชั้น **หินเกลือ (rock salt)** มีแร่โซเดียมคลอไรด์ เป็นส่วนประกอบสำคัญ และ**ยิบซัม (gypsum)** ซึ่งเกิดจากการสะสมของแร่ไฮดรัส แคลเซียมซัลเฟต เป็นต้น

หินแปร เป็นหินที่เดิมมีกำเนิดเป็นหินอัคนีหรือหินชั้น แต่ต่อมาได้เปลี่ยนแปลงรูปร่างและคุณสมบัติไปจากเดิม จนกลายเป็นหินชนิดใหม่ขึ้น การเปลี่ยนแปลงอาจจะเนื่องจากกรรมวิธีทางพีสิกส์หรือทางเคมีก็ได้

ตัวอย่างของหินแปรมีอยู่หลายชนิด ที่สำคัญก็ได้แก่ **หินชนวน (slate)** ซึ่งถือกำเนิดมาจากหินดินดาน และถูกบีบกดอย่างแรงเนื่องจากแรงเคลื่อนไหวของเปลือกโลก จนทำให้อนุภาคของหินดินดานเปลี่ยนรูปโครงสร้างภายในเสียใหม่ ฉะนั้นหินชนวนจึงสามารถกะเทาะออกได้เป็นแผ่นบาง ๆ ได้ตามแนวของรอยแยก ซึ่งเกิดจากการเปลี่ยนรูปโครงสร้างนี้ ที่เรียกว่ารอยแยกแบบหินชนวน **(slaty cleavage)** และถ้าหากแรงกดดันนี้มีมากก็จะทำให้เกิดเป็นหินแปรประเภทที่เรียกว่า **หินฟีลไลต์ (phyllite)** และ**หินชิสต์ (schist)** ตามลำดับ มีความแข็งแกร่งมาก

หินปูนเมื่อถูกความร้อนและความกดสูงมาก จะเปลี่ยนสภาพเป็น **หินอ่อน (marble)** โดยที่อนุภาคของแคลไซต์ที่เป็นส่วนประกอบสำคัญของหินปูนได้เกิดการตกผลึกรวมกันใหญ่มากขึ้น แต่หินอ่อนก็ยังคงจัดเป็นหินที่มีความแข็งน้อยและสึกหรอได้ง่าย เนื่องจากสามารถละลายในน้ำที่มีกรดอย่างอ่อน ๆ ได้เช่นเดียวกับหินปูน

หินแปรที่รู้จักกันมากอีกชนิดหนึ่งคือ **หินไนส์ (gneiss)** ซึ่งแปรมาจากหินอัคนีหรือหินชั้นที่ถูกหินหนืดแทรกมาสัมผัส หินไนส์มีแตกต่างกันเป็นหลายชนิด ตัวอย่างเช่น **แกรนิตไนส์** ซึ่งเกิดจากหินแกรนิต เป็นต้น

อายุทางธรณีวิทยา หินเปลือกโลกที่เราเห็นอยู่นี้มีอายุแตกต่างกันไปตามสถานที่ต่าง ๆ บางแห่งก็มีอายุเก่าแก่มาก เกิดขึ้นมาเป็นเวลานานแล้ว โดยที่ไม่มีหินรุ่นใหม่กว่าปกคลุมซ้อนอยู่ข้างบน แสดงให้เห็นว่าพื้นผิวโลกส่วนนั้นมีการเคลื่อนไหวน้อย จึงไม่ยุบจมลงไปเป็นท้องทะเล และเกิดการทับถมขึ้นใหม่ แต่พื้นที่บางแห่งก็เป็นหินที่พึ่งเกิดขึ้นมาในระยะเวลาไม่นานนัก แสดงว่าพื้นที่ส่วนนั้นแต่เดิมเป็นท้องทะเลตื้น และพึ่งจะถูกยกสูงขึ้นมาเป็นพื้นดิน หินที่จะมีอายุใหม่หรือเก่านี้ไม่จำเป็นจะต้องเป็นหินชนิดหนึ่งชนิดใดเท่านั้น อย่างเช่นหินอัคนีก็มีทั้งที่มีอายุเก่าแก่มากและที่พึ่งจะเกิดขึ้นใหม่ เช่นเดียวกับหินชั้นและหินแปร ในปัจจุบันก็ยังคงมีการระเบิดของภูเขาไฟที่ก่อให้เกิดหินอัคนีขึ้น ในขณะที่ใต้ท้องทะเลก็มีการทับถมของโคลนตะกอน และวัสดุต่าง ๆ ที่ในภายหน้าจะเกิดเป็นหินชั้นขึ้นได้

การกำหนดอายุทางธรณีวิทยาจึงมีความสำคัญในการศึกษาเกี่ยวกับอายุของหิน และปรากฏการณ์เกี่ยวกับการเคลื่อนไหวของเปลือกโลก เพื่อให้บอกได้ว่าหินในพื้นที่ใดเกิดขึ้นในระยะเวลาใด หรือการที่พื้นผิวโลกถูกยกสร้างขึ้นมาเป็นภูเขานั้นเกิดขึ้นเมื่อใด การกำหนดนี้ได้อาศัยการตรวจวิเคราะห์ทางเคมีเกี่ยวกับการเปลี่ยนสภาพของธาตุกัมมันตภาพรังสีที่มีอยู่ในหิน การตรวจสอบซากดึกดำบรรพ์ที่พบอยู่ในหิน ตลอดจนการพิจารณาวิธีการจัดระดับวางตัวของหินเปลือกโลกชนิดต่าง ๆ กันว่า ชนิดไหนอยู่บนอยู่ล่าง เป็นต้น จากการตรวจ

วิเคราะห์เหล่านี้ทำให้สามารถกำหนดนับเวลาทางธรณีวิทยาได้ ซึ่งเรียกว่า **มาตราส่วนธรณีกาล (Geological Time Scale)**

ตามมาตราส่วนของธรณีกาล ได้แบ่งระยะเวลาทางธรณีวิทยาออกเป็นส่วน ๆ ตั้งแต่ส่วนใหญ่ที่สุด จนถึงแบ่งซอยออกเป็นส่วนเล็ก ๆ ส่วนที่ใหญ่ที่สุดนั้น เรียกว่า **มหายุค (Era)** และมีอยู่ ๓ มหายุคด้วยกัน เรียงตามลำดับจากปัจจุบันย้อนหลังไปคือ มหายุคไคโนโซอิก (Cainozoic Era) มหายุคเมโสโซอิก (Mesozoic Era) และมหายุคพาเลโอโซอิก (Palaeozoic Era) ระยะเวลาที่เก่ากว่ามหายุคพาเลโอโซอิก เรียกว่า **ช่วงเวลาพรีแคมเบรียน (Pre-Cambrian Time)** การแบ่งระยะเวลาออกเป็นส่วนใหญ่ที่สุดดังกล่าวมานี้ ถือตามวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ในมหายุคพาเลโอโซอิกนั้นเริ่มเกิดมีสิ่งมีชีวิตขึ้นเป็นครั้งแรก ซึ่งได้แก่สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง ปลา และสัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำตามลำดับ ต่อมาในมหายุคเมโสโซอิกได้เกิดมีสัตว์เลื้อยคลาน และในมหายุคไคโนโซอิก จึงเกิดมีสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมและมนุษย์สมัยหิน ซึ่งก็เปลี่ยนสภาพมาเป็นมนุษย์ในสมัยปัจจุบันในที่สุด ระยะเวลาของมหายุคทั้ง ๓ นี้ มีดังนี้คือ มหายุคไคโนโซอิก นับจากปัจจุบันถอยหลังไปประมาณ ๗๐ ล้านปี มหายุคเมโสโซอิก ตั้งแต่ ๗๐ ล้านปีจนถึง ๒๐๐ ล้านปี และมหายุคพาเลโอโซอิก ตั้งแต่ ๒๐๐ ล้านปีจนถึง ๕๐๐ ล้านปี ก่อนหน้า ๕๐๐ ล้านปีขึ้นไปประมาณ ๒,๐๐๐ ล้านปี อยู่ในช่วงระยะเวลาพรีแคมเบรียน

ถัดจากมหายุคก็มีการแบ่งส่วนย่อยลงมาเป็น **ยุค (Period)** ซึ่งกำหนดแบ่งออกตามระยะเวลาที่เปลือกโลกมีการเคลื่อนไหวสร้างภูเขาขึ้น ตัวอย่าง เช่นในมหายุคไคโนโซอิก แบ่งออกเป็น ๒ ยุค คือ ยุคควอเตอร์นารี (Quaternary Period) และยุคเทอร์เชียรี (Tertiary Period) ตอนเริ่มต้นยุคเทอร์เชียรี เกิดมีการเคลื่อนไหวของเปลือกโลกที่สร้างเทือกภูเขาแอลป์และหิมาลัยขึ้น และตอนเริ่มต้นยุคควอเตอร์นารีก็มีการสร้างเทือกภูเขาชายฝั่งมหาสมุทรแปซิฟิก เป็นต้น ในมหายุคอื่น ๆ ก็มีการแบ่งซอยออกเป็นยุคต่าง ๆ เช่นเดียวกัน ดังจะเห็นได้จากตารางต่อไปนี้

ตารางมาตราส่วนธรณีกาล

มหายุค	ยุค	ระยะเวลานับจากปัจจุบัน (ปี)	กำหนดสิ่งมีชีวิต
ไคโนโซอิก	ควอเตอร์นารี	ถึง ๑,๐๐๐,๐๐๐	มนุษย์ สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม
	แทร์เชียรี	ถึง ๗๐,๐๐๐,๐๐๐	
เมโสโซอิก	ครีเตเชียส	ถึง ๑๒๐,๐๐๐,๐๐๐	สัตว์เลื้อยคลาน
	ยูแรซสิก	ถึง ๑๕๐,๐๐๐,๐๐๐	
	ไทรแอสซิก	ถึง ๑๘๐,๐๐๐,๐๐๐	
พาเลโอโซอิก	เพอร์เมียน	ถึง ๒๒๐,๐๐๐,๐๐๐	สัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำ
	คาร์บอนนิเฟอรัส	ถึง ๒๘๐,๐๐๐,๐๐๐	
	เดวอนเนียน	ถึง ๓๒๐,๐๐๐,๐๐๐	ปลา
	ไซลูเรียน	ถึง ๓๕๐,๐๐๐,๐๐๐	
	ออร์โดวิเชียน	ถึง ๔๐๐,๐๐๐,๐๐๐	สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง
	แคมเบรียน	ถึง ๕๐๐,๐๐๐,๐๐๐	
ช่วงเวลาพรีแคมเบรียน	—	ถึง ๒,๐๐๐,๐๐๐,๐๐๐	ไม่มีซากดึกดำบรรพ์ปรากฏเลย

บทที่ ๒ การผันแปรของเปลือกโลก

วิธีการผันแปรของเปลือกโลก เปลือกโลกไม่อยู่ในสภาพคงที่แต่มีการผันแปรเปลี่ยนไปอยู่ตลอดเวลา อันทำให้เกิดเป็นสภาพภูมิประเทศต่าง ๆ ขึ้น การผันแปรนี้แบ่งออกได้เป็น ๒ ประเภทใหญ่ ๆ คือ

๑. การผันแปรอันเนื่องมาจากกรรมวิธีเสริมสร้าง (Tectonic Process)

๒. การผันแปรอันเนองมาจากกรรมวิธีจัดระดับ (Gradational Process)

การผันแปรอันเนื่องมาจากกรรมวิธีเสริมสร้างนั้น ได้รับพลังงานที่เกิดขึ้นภายในเปลือกโลก ซึ่งอาจจะเกิดจากการที่เปลือกโลกหดตัว หรือเนื่องจากการแปรสภาพของธาตุกัมมันตภาพรังสีที่มีอยู่ภายในโลก หรือเนื่องจากการเคลื่อนที่ของหินเหลวภายในโลกซึ่งอยู่ลึกลงไปมาก ๆ ซึ่งทำให้เปลือกโลกบนพื้นผิวเกิดการเคลื่อนไหวขึ้น บางส่วนถูกยกสูงขึ้นมาและบางส่วนทรุดต่ำลงไป ตลอดจน

เกิดการคดงอหรือการเลื่อนระดับของเปลือกโลกขึ้นด้วย นอกจากนี้ยังมีการกระทำของภูเขาไฟ ซึ่งก็จัดอยู่ในกรรมวิธีเสริมสร้าง ฉะนั้นการผันแปรอันเนื่องมาจากกรรมวิธีเสริมสร้างนี้จึงแบ่งออกเป็น ๒ ชนิดใหญ่ ๆ คือ **การกระทำอันเกี่ยวกับการเคลื่อนไหวของเปลือกโลก (Diastrophism)** อย่างหนึ่ง และ**การกระทำอันเกี่ยวกับภูเขาไฟ (Vulcanism)** อีกอย่างหนึ่ง

ส่วนการผันแปรอันเนื่องมาจากกรรมวิธีจัดระดับนั้น ได้รับพลังงานจากแสงอาทิตย์และแรงดึงดูดของโลก ซึ่งมีตัวกระทำ **(Agents)** เป็นผู้ใช้พลังงานนี้และทำให้เปลือกโลกส่วนที่สูงเกิดการสึกกร่อนพังทลายลง และส่วนที่อยู่ต่ำเกิดการทับถมให้สูงขึ้น ตัวกระทำที่กล่าวนี้มีอยู่มากมาย ที่สำคัญก็ได้แก่แม่น้ำลำธาร ลม ธารน้ำแข็ง ฯลฯ เป็นต้น การผันแปรประเภทนี้จึงมีกรรมวิธีอยู่ ๒ อย่าง คือ **การลดระดับ (Degradation)** อย่างหนึ่งและ **การเพิ่มระดับ (Aggradation)** อีกอย่างหนึ่ง

จะเห็นได้ว่าการผันแปรอันเนื่องมาจากการเสริมสร้าง และการผันแปรอันเนื่องมาจากการจัดระดับนี้ ทำงานต้านกัน กล่าวคือการผันแปรประเภทแรกจะทำให้เปลือกโลกเกิดมีระดับแตกต่างกันกลายเป็นที่สูงหรือที่ต่ำ แต่ในขณะเดียวกัน การผันแปรประเภทหลังจะค่อย ๆ ทำให้พื้นผิวโลกราบเรียบลงจัดระดับให้เสมอกันหรือเกือบเสมอกัน เมื่อเกิดการจัดระดับขึ้นแล้ว ต่อมาก็จะเกิดการเคลื่อนไหวของเปลือกโลก ทำให้บางส่วนถูกยกสูงขึ้นมา และบางส่วนทรุดต่ำลงไปตามวิธีการผันแปรประเภทเสริมสร้างขึ้นอีก การผันแปรของเปลือกโลกจึงไม่มีวันที่จะสิ้นสุดลงได้ และลักษณะภูมิประเทศที่เราเห็นอยู่ในปัจจุบันจึงเป็นเพียงตอนหนึ่งของวิวัฒนาการของเปลือกโลกเท่านั้น

การกระทำเกี่ยวกับการเคลื่อนไหวของเปลือกโลก (Diastrophism)

เปลือกโลกมีการเคลื่อนไหวจากพลังงานที่มีอยู่ภายในโลก ทำให้เกิดการบีบอัดคดงอ หรือยกสูงขึ้นและทรุดต่ำลง และจึงแบ่งวิธีการออกเป็น ๒ อย่าง คือ อย่างหนึ่ง เป็นการเคลื่อนไหวชนิดที่ทำให้เกิดหินเปลือกโลกคดงอหรือโก่งตัวหรือหักพับ หรือถูกอัดดันสูงขึ้นมาเป็นภูเขา ซึ่งเรียกวิธีการเคลื่อนไหวชนิดนี้ว่า **การเคลื่อนไหวเกิดภูเขา** หรือ **การเคลื่อนไหวแบบโอโรเจนิก (Orogenic**

movement มาจากคำว่า Oros ในภาษากรีก ซึ่งแปลว่าภูเขา) อีกอย่างหนึ่งเป็นการเคลื่อนไหวชนิดที่ทำให้เกิดการเลื่อนระดับสูงต่ำ กล่าวคือ บางส่วนของเปลือกโลกจะถูกยกสูงขึ้นมา หรือบางส่วนยุบต่ำลงไป โดยไม่มีการกระทำให้หินคดงอหรือถ้ามีก็น้อยมาก การเคลื่อนไหวส่วนใหญ่เป็นแต่เพียงการเลื่อนระดับเท่านั้น ฉะนั้นส่วนที่ถูกยกสูงขึ้นมาก็อาจจะกลายเป็นที่ราบสูง หรือถ้าเป็นบริเวณทะเลตื้น ริมฝั่งก็อาจจะกลายเป็นที่ราบชายฝั่งไป ส่วนใดที่ยุบต่ำลงไปก็อาจจะเกิดเป็นทะเลสาบหรือเป็นหุบเขา หรือเป็นแอ่งที่ราบ (Basin) หรือถ้าอยู่ริมฝั่งทะเลก็ทำให้น้ำทะเลไหลท่วมเข้ามากลายเป็นพื้นน้ำไป การเคลื่อนไหววิธีนี้เรียกว่า **การเคลื่อนไหวเกิดแผ่นดิน** หรือ **การเคลื่อนไหวแบบเอไพโรเจนิก** (Epeirogenic movement มาจากคำว่า Epeiros ในภาษากรีก แปลว่า ทวีป)

การกระทำเกี่ยวกับการเคลื่อนไหวของเปลือกโลก ทำให้เกิดปรากฏการณ์ต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

๑. **เกิดมีเทือกภูเขา** จากการศึกษาทางธรณีวิทยาปรากฏว่าการเคลื่อนไหวของเปลือกโลกชนิดทำให้เกิดเป็นเทือกภูเขานี้ มีจำกัดอยู่เฉพาะในบางเขตของเปลือกโลก ซึ่งเรียกว่า **แนวเกิดภูเขา (Orogenic belt)** ซึ่งในแนวที่กล่าวนี้เปลือกโลกได้เกิดมีการเคลื่อนไหวอย่างรุนแรงในระยะเวลาที่เรียกว่า **สมัยของการเกิดภูเขา (Orogenic revolution)** จนทำให้เปลือกโลกที่อยู่ในแนวนั้นถูกบีบอัดตัวอย่างแรง และถูกดันสูงขึ้นมาเป็นเทือกภูเขาสูง การเคลื่อนไหวนี้ใช้เวลานานมาก อย่างเช่นสมัยของการเกิดภูเขาครั้งหลังสุดนี้ที่เรียกชื่อว่า สมัยของการเกิดภูเขาอัลไพน์ (Alpine orogenic revolution) เป็นเวลาประมาณ ๒๐—๓๐ ล้านปีมาแล้ว และปัจจุบันถือว่าอยู่ในระยะเวลาเพิ่งหมดสมัยของการเกิดภูเขาครั้งหลังสุด ซึ่งต่อไปอีกหลาย ๆ สิบล้านปีข้างหน้าก็อาจจะมีสมัยของการเกิดภูเขาครั้งใหม่เกิดขึ้นอีก

ตรงกันข้ามกับแนวเกิดภูเขา ก็มีบริเวณบางส่วนของเปลือกโลกที่ค่อนข้างสงบตัว และหินเปลือกโลกที่มีอยู่ ณ ที่นั้น ไม่ค่อยได้รับความกระทบกระเทือนจากการเคลื่อนไหวของเปลือกโลกมากนัก โดยมากเป็นหินเปลือกโลกที่มีอยู่เก่าเนื่องจากบริเวณนั้นถูกยกสูงขึ้นมาเป็นพื้นแผ่นดินนานมาแล้ว จึงไม่มีการทับถม

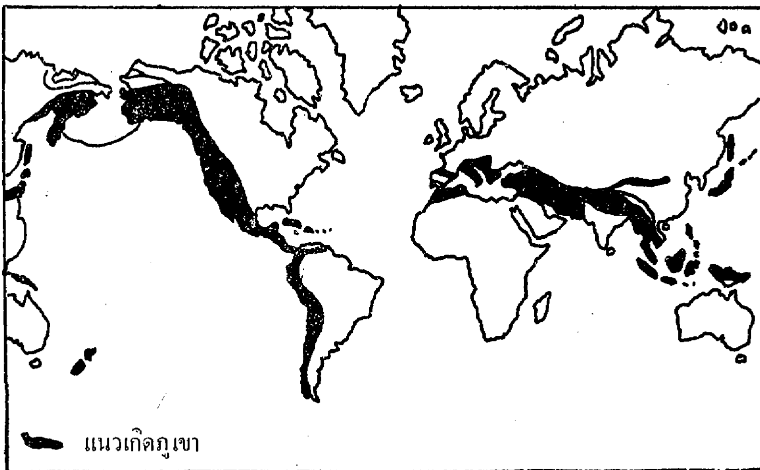
ในท้องทะเลขึ้นที่จะทำให้เกิดหินชั้นรุ่นใหม่ปกคลุมอยู่ข้างบน เหมือนอย่างในบริเวณที่เปลือกโลกมีการเคลื่อนไหวบ่อย ๆ บริเวณของเปลือกโลกที่ค่อนข้างสงบตัวนี้ เรียกว่า **ริจิดแมส (Rigid mass)** ซึ่งถือเป็นแกนกำเนิด (nuclei) ของทวีปต่าง ๆ ที่มีชื่อสำคัญได้แก่

๑. **บอลติก ชีลด์ (Baltic Shield)** อยู่ในเขตทะเลบอลติกทางภาคเหนือของทวีปยุโรป

๒. **ไซบีเรียน ชีลด์ (Siberian Shield)** อยู่ในไซบีเรีย

๓. **คาเนเดียน ชีลด์ (Canadian Shield)** อยู่บริเวณรอบอ่าวฮัดสันในแคนาดา

ทั้ง ๓ เขตนี้เป็นริจิดแมส ที่ประกอบด้วยหินเปลือกโลกที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาพรีแคมเบรียน (Pre-Cambrian Time) และไม่มีประจักษ์พยานว่าได้รับการกระทำให้เปลือกโลกคดงอในสมัยของการเกิดภูเขาต่าง ๆ มาเป็นเวลานานมาก นอกจาก ๓ เขตที่กล่าวมานี้ ก็ยังมีบางส่วนของทวีปต่าง ๆ ที่ถือเป็นริจิดแมสด้วย ได้แก่ **อินเดียน เทเบิล (Indian Table)** คือบริเวณคาบสมุทรเดคคานของอินเดีย **ไชนีส เทเบิล (Chinese Table)** ทางภาคกลางของประเทศจีน ที่



แผนที่แสดงแนวเกิดภูเขาในสมัยของการเกิดภูเขาอัลไพน์

ราบสูงบราซิลและกิอานา ในทวีปอเมริกาใต้ และส่วนใหญ่ของทวีปแอฟริกา ทวีปออสเตรเลียและทวีปแอนตาร์กติกา

แนวเกิดภูเขาซึ่งเป็นบริเวณของเปลือกโลกที่ถูกบีบดันขึ้นมานั้น ไม่อยู่คงที่ แต่เลื่อนที่เปลี่ยนแปลงไปได้ ฉะนั้นในสมัยของการเกิดภูเขาแตกต่างกันจึงมีเทือกภูเขาเกิดขึ้นที่พื้นผิวโลกในที่ต่าง ๆ กัน อย่างเช่นในสมัยของการเกิดภูเขาครั้งหลังสุด ที่เรียกว่าสมัยของการเกิดภูเขาอัลไพน์ดังกล่าวมาแล้ว ได้เกิดมีเทือกภูเขาเป็นแนวยาวจากภาคใต้ของทวีปยุโรป (เทือกภูเขาแอลป์) ผ่านมาทางภาคกลางค่อนไปทางใต้ของทวีปเอเชีย (เทือกภูเขาหิมาลัย) และต่อลงไปในเอเชียอาคเนย์ (เทือกภูเขาในพม่าและไทย) จนถึงเทือกภูเขาในหมู่เกาะอินโดนีเซีย พีลิปปีน และหมู่เกาะญี่ปุ่น ส่วนในทวีปอเมริกาเหนือและทวีปอเมริกาใต้ก็ปรากฏเป็นเทือกภูเขาร็อกกี (**Rockies**) และเทือกภูเขาแอนดิส (**Andes**) ใกล้ชายฝั่งมหาสมุทรแปซิฟิก ซึ่งเกิดก่อนหน้าเทือกภูเขาแอลป์เล็กน้อย แต่รวมอยู่ในสมัยเดียวกัน แต่ว่าก่อนสมัยของการเกิดภูเขาครั้งหลังสุดนี้ ก็ได้มีแนวเกิดภูเขาที่เกิดขึ้นในภาคกลางและภาคเหนือของทวีปยุโรป และในภาคตะวันออกของทวีปอเมริกาเหนือมาแล้วรวมทั้งในเขตอื่น ๆ บางเขตของโลกด้วย บริเวณดังกล่าวนี้เคยเป็นเทือกภูเขาสูง ๆ มาก่อน เช่นเดียวกับเทือกภูเขาแอลป์และหิมาลัย แต่เนื่องจากระยะเวลาได้ผ่านพ้นไปนานมาก จึงเกิดการสึกกร่อนพังทลาย และกลายเป็นที่ไม่สูงมากนัก เมื่อเปรียบเทียบกับเทือกภูเขาที่เกิดขึ้นในยุคใหม่กว่า

สมัยของการเกิดภูเขาเท่าที่ปรากฏจากหลักฐานทางธรณีวิทยา มีอยู่ ๙ สมัยด้วยกัน แต่ที่ยังคงเป็นภูเขาปรากฏให้เห็นอยู่ในปัจจุบัน ส่วนใหญ่เป็นเทือกภูเขาที่เกิดขึ้นในสมัยหลัง ๆ ซึ่งมีเรียงตามลำดับจากใหม่ที่สุดย้อนหลังไป ๓ สมัยด้วยกัน คือ

๑. **สมัยของการเกิดภูเขาอัลไพน์** (**Alpine orogenic revolution**) เกิดขึ้นในตอนปลายของมหายุคเมโสโซอิก และตอนต้นของมหายุคไคโนโซอิก เมื่อประมาณ ๒๐—๗๐ ล้านปีมาแล้ว

๒. **สมัยของการเกิดภูเขาเฮอร์ซิเนียน** (**Hercynian orogenic revolution**)

เกิดขึ้นตอนปลายของมหายุคพาเลโอโซอิก เชื่อมต่อกับตอนต้นของมหายุคเมโสโซอิก ระหว่าง ๒๐๐—๒๕๐ ล้านปีมาแล้ว

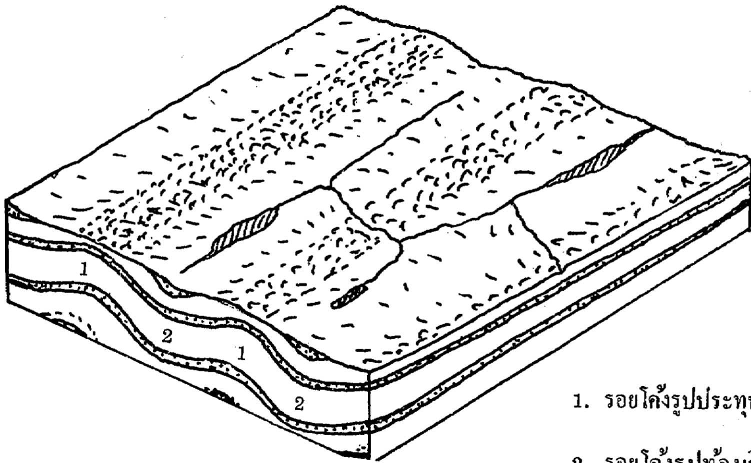
๓. **สมัยของการเกิดภูเขาคาเลโดเนียน (Caledonian orogenic revolution)** เกิดขึ้นในตอนกลางของมหายุคพาเลโอโซอิก ระหว่าง ๓๐๐—๓๒๐ ล้านปีมาแล้ว

ชื่อสมัยของการเกิดภูเขาที่กล่าวมานี้ เป็นชื่อที่เรียกกันในยุโรป แต่นักธรณีวิทยาในทวีปอเมริกาเหนือเรียกบางชื่อแตกต่างกันออกไป อย่างเช่นสมัยของการเกิดภูเขาเฮอร์ซิเนียน ก็เรียกว่า **สมัยของการเกิดภูเขาแอปปาเลเชียนรุ่นใหม่ (Younger Appalachian orogenic revolution)** และสมัยของการเกิดภูเขาคาเลโดเนียน เรียกเป็น **สมัยของการเกิดภูเขาแอปปาเลเชียนรุ่นเก่า (Older Appalachian orogenic revolution)** เป็นต้น ตามชื่อของเทือกภูเขาในทวีปอเมริกาเหนือ

ในแนวเกิดภูเขานี้ เริ่มแรกก่อนที่เปลือกโลกส่วนนั้นจะถูกบีบอัดให้สูงขึ้นมาเป็นเทือกภูเขา จะเกิดเป็นแอ่งขนาดใหญ่ขึ้นที่เปลือกโลกก่อน ซึ่งเรียกว่า **แอ่งเปลือกโลก** หรือ **ยีออซินไคลน์ (Geosyncline)** และมีลักษณะเป็นทะเลตื้น โคลนตะกอนที่เกิดจากการสึกหรอพังทลายของหินเปลือกโลก ตามบริเวณที่เป็นที่สูงของทวีป ก็จะถูกนำพามาทับถมกันในแอ่งเปลือกโลกมากขึ้นตามลำดับ ต่อมาก็จะเกิดสมัยของการเกิดภูเขา ซึ่งจะเกิดการไหวตัวของเปลือกโลกอย่างรุนแรงในแนวเกิดภูเขา และวัสดุที่สะสมกันอยู่ในแอ่งเปลือกโลกก็จะถูกบีบดันจนเกิดการคดงอหรือหักพับ และอัดตัวสูงขึ้นมาเป็นเทือกภูเขาดังที่เห็นอยู่ในปัจจุบัน

๒. **เกิดรอยคดโค้ง รอยเลื่อน และการโก่งงอของหิน** การเคลื่อนไหวของเปลือกโลกจากแรงบีบอัด จะทำให้เกิดมี **รอยคดโค้ง (folds)** ขึ้นที่หิน และจะเห็นได้ชัดเจนในหินชั้น รอยคดโค้งนี้มีชื่อเรียกต่าง ๆ กัน สุดแล้วแต่ลักษณะของการคดงอว่ามีมากหรือน้อย ที่สำคัญมีอยู่ ๒ อย่าง คือ **รอยโค้งรูปประทุน** หรือ **แอนติไคลน์ (Anticline)** เป็นรอยโค้งชนิดที่ชั้นของหินโก่งตัวขึ้นตรงกลางสูงแล้วลาดต่ำไปทั้งสองข้าง อีกอย่างหนึ่งคือ **รอยโค้งรูปท้องเรือ** หรือ **ซินไคลน์ (Syncline)** ซึ่งชั้นของหินโค้งต่ำตรงกลาง และลาดสูงขึ้นทั้งสองข้าง

นอกจากจะเกิดรอยคดโค้งขึ้นในชั้นของหินแล้ว การเคลื่อนไหวของเปลือกโลกยังอาจจะทำให้เกิดมี **รอยเลื่อน (faults)** ขึ้นได้ ซึ่งเกิดจากการที่ชั้นหินเลื่อนระดับสูงขึ้นหรือต่ำลงไปกว่าส่วนที่อยู่ใกล้เคียง ชั้นของหินจึงไม่ติดต่อเป็นแนวเดียวกัน



ไดอาแกรมแสดงลักษณะรอยโค้งของหินเปลือกโลก

ในบางเขตของเปลือกโลก ปรากฏว่าได้เกิดมีการ **โก่งงอ (Warp)** ของหิน ซึ่งทำให้เปลือกโลกส่วนนั้นแอ่นตัวเป็นบริเวณกว้างขวางกลายเป็น **แอ่งที่ราบ (Basin)** และตามขอบของแอ่งที่ราบซึ่งหินเปลือกโลกโก่งสูงขึ้นมาก็กลายเป็นที่ราบสูงหรือภูเขา ตัวอย่างของการโก่งงอที่ทำให้เกิดเป็นแอ่งที่ราบ ก็ได้แก่ แอ่งที่ราบทางภาคกลางของทวีปเอเชีย เช่นแอ่งที่ราบทาริม **(Tarim Basin)** แอ่งที่ราบในทวีปแอฟริกา เช่น แอ่งที่ราบคองโก **(Congo Basin)** และแอ่งที่ราบชาด **(Chad Basin)** เป็นต้น

การกระทำเกี่ยวกับภูเขาไฟ

เป็นการผันแปรของเปลือกโลก ที่หินหนืดใต้เปลือกโลกไหลแทรกขึ้นมาข้างบนและแข็งตัว ถ้าหากหินหนืดนี้แข็งตัวอยู่ใต้ดินก็เรียกว่า **การปะทุภายใน (Intrusive activities)** แต่ถ้าขึ้นมาแข็งตัวบนพื้นดิน อย่างเช่น หินลาวาที่ไหล

ออกมาจากปล่องภูเขาไฟ ก็เรียกว่า **การปะทุภายนอก (Extrusive activities)** นอกจากการไหลแทรกของหินหนืดแล้ว การกระทำอันเกี่ยวกับภูเขาไฟ ยังรวมไปถึงปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่มักเกิดขึ้นในเขตภูเขาไฟด้วย อย่างเช่น น้ำพุร้อน แผ่นดินไหว ฯลฯ เป็นต้น

ลักษณะและชนิดของภูเขาไฟ เมื่อเกิดการปะทุขึ้นที่เปลือกโลก และหินหนืดไหลขึ้นมาตามรอยแยก และเอ่อล้นไหลออกไปโดยรอบนั้น ถ้าหากนานพอสมควร ก็จะทำให้วัสดุที่เกิดจากการเย็นตัวลงของหินหนืด ทับถมกันใกล้ ๆ กับบริเวณช่องที่หินหนืดไหลขึ้นมา จนกระทั่งกลายเป็นเนินสูงขึ้น มีรูปร่างเหมือนกรวย (Cone) และที่ยอดของเนินซึ่งเป็นปากทางที่หินหนืดไหลออกมา จะมีลักษณะเป็นแอ่งขนาดใหญ่ มีรูปร่างเป็นรูปฝาชีหงาย ซึ่งเรียกว่าปล่อง (Crater) ลักษณะของภูเขาไฟซึ่งมีรูปร่างเป็นกรวย และมีปล่องอยู่ตรงกลางเช่นนี้ เรียกว่า **ภูเขาไฟแบบปะทุปล่องกลาง (Central-type volcano)** แต่มีภูเขาไฟอีกแบบหนึ่ง ซึ่งหินหนืดไม่ได้ไหลออกมาตรงปล่องกลางเพียงปล่องเดียว แต่ไหลขึ้นมาตามรอยแยกบนเปลือกโลกเป็นระยะทางยาวทำให้เกิดมีปล่องเล็ก ๆ ขึ้นมากมายเรียงติดต่อกันไป ภูเขาไฟแบบนี้เรียกว่า **ภูเขาไฟแบบปะทุตามรอยแยก (Fissure-type volcano)**

การปะทุของภูเขาไฟ ส่วนมากมักเกิดขึ้นเป็นพัก ๆ ไม่ได้มีอยู่ตลอดเวลา บางครั้งการปะทุก็มีระยะห่างกันหลาย ๆ สิบปี และในการปะทุก็มีทั้งที่รุนแรงเกิดการระเบิดขึ้นที่ปากปล่อง หรือเป็นชนิดที่เพียงแต่มีหินหนืดไหลเอ่อขึ้นมาเฉย ๆ ภูเขาไฟบางลูกก็อาจจะหยุดการปะทุไปเป็นเวลานาน จนบางทีก็เชื่อแน่ว่าจะไม่มีการปะทุอีกต่อไป ฉะนั้นจึงนิยมแบ่งภูเขาไฟออกเป็น ๓ ประเภทคือ

๑. **ภูเขาไฟมีพลัง (Active volcano)** หมายถึงภูเขาไฟที่ยังเกิดการปะทุอยู่ และการปะทุอาจจะเกิดขึ้นเมื่อใดก็ได้

๒. **ภูเขาไฟสงบ (Dormant volcano)** เป็นภูเขาไฟที่สงบการปะทุชั่วคราว อาจจะไม่มีการปะทุมาเป็นเวลาหลายสิบปี แต่ก็มีร่องรอยว่าจะเกิดการปะทุขึ้นได้อีก

๓. **ภูเขาไฟสิ้นพลัง (Extinct volcano)** เป็นภูเขาไฟที่ดับแล้วไม่เคยมี

การปะทุมาเป็นเวลานานมาก จนเชื่อว่าจะไม่เกิดการปะทุขึ้นอีก

เขตเกิดภูเขาไฟและสาเหตุของการเกิดภูเขาไฟ ปัจจุบันมีภูเขาไฟมีพลังและภูเขาไฟสงบอยู่ประมาณ ๕๐๐ ลูก และยังมีภูเขาไฟที่สิ้นพลังแล้วอีกหลายพันลูก ถ้าเราพิจารณาดูแหล่งที่ตั้งของภูเขาไฟ ๒ ประเภทแรกจะเห็นว่าตั้งอยู่ในแนวเกิดภูเขาของสมัยของการเกิดภูเขาครั้งหลังสุด ซึ่งได้แก่เขตชายฝั่งมหาสมุทรแปซิฟิก และเขตเทือกภูเขาแอลป์—หิมาลัย นอกจากนี้ยังมีภูเขาไฟเกิดขึ้นในบริเวณภูเขาและที่ราบสูงในแอฟริกาตะวันออกและตามเกาะต่าง ๆ ในมหาสมุทรอินเดีย และมหาสมุทรแอตแลนติก

จากการพิจารณาดูแหล่งที่ตั้งของภูเขาไฟ จึงเชื่อได้ว่าภูเขาไฟเกิดขึ้นในบริเวณที่หินเปลือกโลกมีการเคลื่อนไหวมาก ซึ่งเปลือกโลกเกิดมีรอยแยกที่เป็นช่องทางให้หินหนืดภายใต้พื้นผิวโลกไหลแทรกขึ้นมา แต่ก่อนเชื่อกันว่า เหตุที่เกิดภูเขาไฟนั้น เป็นเพราะน้ำทะเลซึมลงไปตามรอยร้าวในหินเปลือกโลก จนถึงระดับความลึกมาก ๆ ซึ่งมีอุณหภูมิและความกดสูงทำให้น้ำเกิดเป็นไอและดันรอยร้าวให้แยกออก หินหนืดที่อยู่ภายใต้เปลือกโลกจึงได้โอกาสไหลแทรกขึ้นมาตามรอยแยกในเปลือกโลกนั้น ทั้งนี้ได้อ้างเหตุผลประกอบว่าในการปะทุของภูเขาไฟ มักจะมีไอน้ำเป็นส่วนประกอบของหินหนืดด้วย และเขตเกิดภูเขาไฟมักจะอยู่ริมทะเลและมหาสมุทร แต่ในปัจจุบันความคิดเห็นเกี่ยวกับสาเหตุที่เกิดของภูเขาไฟ ไม่เชื่อว่าเป็นเพราะการซึมของน้ำลงไปในเปลือกโลก เพราะบริเวณที่มีภูเขาไฟเกิดขึ้นนั้นมีอยู่มากแห่งเหมือนกันที่อยู่ภายในทวีป แต่เผอิญแนวเกิดภูเขาครั้งหลังสุดนี้มีบริเวณอยู่ใกล้ชายฝั่งมหาสมุทรแปซิฟิก จึงทำให้โอกาสที่มีภูเขาไฟเกิดขึ้นในบริเวณใกล้กับฝั่งทะเลมีมากขึ้น และไอน้ำที่มีขึ้นมาพร้อมกับหินหนืดนั้นก็อาจจะเป็นน้ำที่ซึมอยู่ใต้ดิน ซึ่งเปลี่ยนสภาพกลายเป็นไอเพราะได้รับความร้อนจากหินหนืดอีกทีหนึ่ง ไม่ใช่เป็นตัวการที่ทำให้เกิดภูเขาไฟขึ้น

สาเหตุของการเกิดภูเขาไฟจึงอยู่ที่ว่า บริเวณใดมีหินหนืดอยู่ใต้เปลือกโลกและหินหนืดมีกำลังมากพอที่จะอัดดันขึ้นมาตามรอยแยกของเปลือกโลกได้หรือไม่ จากการศึกษาทางธรณีวิทยา ทำให้เชื่อว่าบริเวณที่มีหินหนืดอยู่ใต้เปลือก

โลก ในระดับความลึกที่จะสามารถไหลแทรกขึ้นมาข้างบนได้นั้น จะมีอยู่เฉพาะในแนวสร้างภูเขา ประกอบกับในแนวสร้างภูเขาหินเปลือกโลกก็มีรอยแตกแยกอยู่มาก การไหลแทรกของหินหนืดจึงเป็นไปได้ง่ายขึ้น เมื่อใดที่หินหนืดสะสมมีจำนวนมากพอ ก็จะอัดดันขึ้นมาด้วยพลังความร้อนของหินหนืดนั้นเอง ไม่ใช่เพราะพลังงานจากไอน้ำที่เกิดจากการซึมของน้ำลงไปในหินเปลือกโลกดังกล่าว

น้ำพุร้อน กีเซอร์ และภูเขาไฟโคลน ในเขตที่มีภูเขาไฟ มักจะมีน้ำพุร้อนและกีเซอร์เกิดขึ้นด้วย น้ำพุร้อน (**Hot spring**) ก็คือน้ำพุที่ไหลขึ้นมาบนพื้นดินโดยมีกำลังแรงไม่มากนัก แต่อุณหภูมิของน้ำค่อนข้างสูงกว่าปกติ ส่วนกีเซอร์ (**Geyser**) เป็นน้ำพุร้อนที่มีกำลังแรงมาก ทำให้พลุ่งขึ้นสูงจากพื้นดินถึงกว่า ๕๐ เมตรก็มี และมีแรงพลุ่งออกมาเป็นพัก ๆ ไม่ติดต่อกัน ตัวอย่างของกีเซอร์ที่รู้จักกันมาก ก็ได้แก่กีเซอร์ในวนอุทยานเยลโลสโตน (**Yellowstone National Park**) ในสหรัฐอเมริกา ในเกาะเหนือของประเทศนิวซีแลนด์ และในเกาะไอซแลนด์

ในกรณีของกีเซอร์ในเกาะไอซแลนด์ ซึ่งมีชื่อว่า เกรตกีเซอร์ (**Great Geyser**) ปรากฏว่ามีน้ำพุขึ้นจากรูกลมขนาดใหญ่ ซึ่งอยู่ตรงกลางแอ่ง จากการตรวจวัดอุณหภูมิของน้ำปรากฏว่าในระยะเวลาที่น้ำหยุดพักการพลุ่งขึ้นมา อุณหภูมิของน้ำที่อยู่ในแอ่งวัดได้ประมาณ ๗๐ – ๘๐ องศาเซนติเกรด แต่ลึกลงไปในรูกลมประมาณ ๓๐ เมตร อุณหภูมิของน้ำเพิ่มขึ้นสูงถึง ๑๔๒.๕ องศาเซนติเกรด (๒๖๐ องศาฟาเรนไฮท์) ซึ่งสูงกว่าจุดน้ำเดือด และเมื่อเกิดมีน้ำพุพลุ่งขึ้นมาแต่ละครั้ง จึงมีไอน้ำออกมาด้วยเป็นจำนวนมาก

สาเหตุที่เกิดมีน้ำพลุ่งออกมาเป็นพัก ๆ ของกีเซอร์ เชื่อกันว่าเป็นเพราะความร้อนซึ่งมีอยู่มากในน้ำที่อยู่ในระดับลึก ถูกสกัดกั้นไม่ให้ถ่ายเทได้โดยง่าย เพราะรูที่น้ำไหลออกมามีขนาดเล็ก และมีน้ำซึ่งเย็นกว่าขังอยู่ในแอ่งปิดอยู่ข้างบน ฉะนั้นน้ำที่อยู่ในระดับลึก จึงเพิ่มอุณหภูมิมากขึ้น และเมื่อสูงกว่าจุดน้ำเดือด (๑๐๐° ซ.) มากก็เปลี่ยนสภาพเป็นไอน้ำ มีกำลังดันให้น้ำที่อยู่ในรู ซึ่งมีลักษณะเป็นท่อยาวลงไปให้ไหลพลุ่งขึ้นมาสูง เมื่อไอน้ำมีโอกาสได้ถ่ายเทออกมาแล้วก็จะหมดกำลังดัน และจึงเป็นระยะเวลาที่หยุดพักการพลุ่ง จนกว่าจะมี

โอกาสสะสมตัวกันมากพอในหลอดของน้ำพุอีก กีเซอร์แต่ละแห่งจะมีกำหนดระยะเวลาในพลุ่งสม่ำเสมอ เช่นบางแห่งก็พุทุก ๆ ๓ นาที บางแห่งก็ ๕ นาที เป็นต้น

น้ำพุร้อนที่ไหลออกมาจากพื้นดิน บางครั้งมีลักษณะเป็นน้ำโคลน แทนที่จะใสสะอาด ฉะนั้นจึงทำให้เกิดมีโคลนจับตัวกันที่ตรงรูน้ำพุเป็นกรวยเล็ก ๆ มีปล่องเป็นรูที่น้ำพุไหลออกมาอยู่ตรงกลาง คล้าย ๆ กับกะลามะพร้าวที่วางคว่ำอยู่ น้ำพุชนิดนี้เรียกชื่อว่า ภูเขาไฟโคลน **(mud volcano)** มีมากอยู่ในเกาะซิซิลีทางภาคใต้ของประเทศอิตาลี และในหมู่เกาะประเทศนิวซีแลนด์

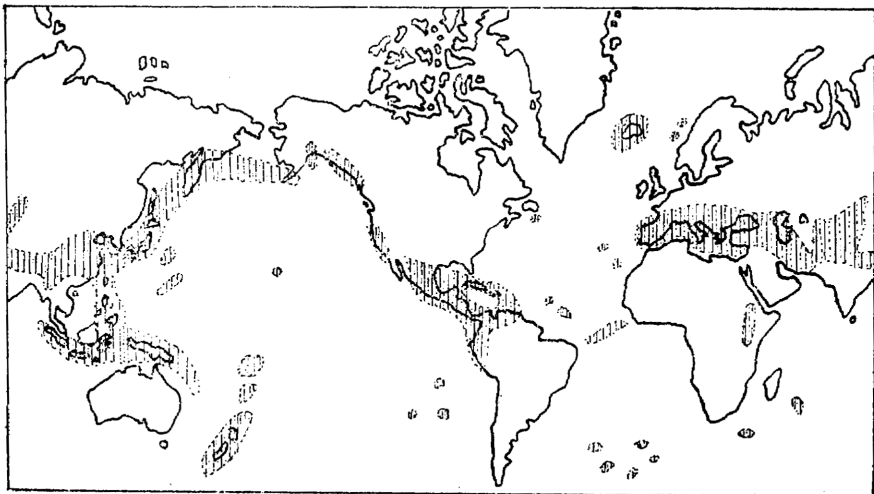
แผ่นดินไหว เป็นการสั่นสะเทือนของเปลือกโลก ซึ่งบางครั้งอาจจะเกิดมีการยกตัวหรือยุบตัวของเปลือกโลก เกิดขึ้นพร้อม ๆ กับแผ่นดินไหวก็ได้ แต่ส่วนมากมักจะเป็นแต่เพียงการสั่นสะเทือนเฉย ๆ ถ้าหากรุนแรงมาก อาจจะทำให้มีการบิดเบี้ยวบนพื้นผิวโลกได้ ทำให้เกิดความเสียหาย โดยเฉพาะถ้าหากแผ่นดินไหวเกิดขึ้นในเขตเมืองใหญ่ ๆ จะมีผู้คนเสียชีวิตและทรัพย์สินเสียหายเป็นจำนวนมาก

สาเหตุของแผ่นดินไหว เนื่องมาจาก ๒ กรณีใหญ่ ๆ คือ กรณีแรกเกิดจากการเกิดรอยเลื่อน **(fault)** ของหินเปลือกโลก ซึ่งมักจะทำให้เกิดแผ่นดินไหวที่รุนแรง อีกกรณีหนึ่งคือการปะทุของภูเขาไฟ ซึ่งมักจะมีแผ่นดินไหวเกิดขึ้นล่วงหน้า หรือเกิดขึ้นพร้อม ๆ กัน แผ่นดินไหวที่เกิดขึ้นในกรณีหลังนี้โดยปกติไม่ค่อยรุนแรง นอกจาก ๒ กรณีใหญ่ ๆ ดังกล่าวนี้ แผ่นดินไหวยังอาจเกิดได้จากสาเหตุอื่น ๆ อย่างเช่น การเกิดแผ่นดินถล่ม **(landslide)** หรือการยุบตัวลงของหลังคาถ้ำใต้ดิน เป็นต้น

ถ้าหากแผ่นดินไหวเกิดขึ้นใต้ทะเล อันเนื่องจากการเกิดรอยเลื่อนหรือการระเบิดของภูเขาไฟใต้น้ำ ความสั่นสะเทือนของเปลือกโลกจะทำให้เกิดคลื่นขนาดใหญ่ ซึ่งเรียกว่า **คลื่นใต้น้ำ (Tidal wave)** หรือ **ซูนามิ (Tsunami)** เป็นคลื่นขนาดใหญ่ที่เคลื่อนที่ไปได้เป็นระยะทางไกล ๆ เมื่อคลื่นชนิดนี้เคลื่อนที่เข้ามาริมฝั่งจะทำให้เกิดอันตรายมาก เพราะกำลังของคลื่นและระดับน้ำที่ไหลบ่าเข้าไปท่วมที่ราบชายฝั่งอย่างรวดเร็ว

เครื่องมือสำหรับวัดความสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหว เรียกชื่อว่าไซสโมกราฟ (Seismograph) มีความไวมาก สามารถบันทึกความสั่นสะเทือนของเปลือกโลกชนิดที่เราไม่อาจรู้สึกได้ ปกติจุดที่เกิดแผ่นดินไหวมักจะอยู่ใต้ผิวโลกลงไปในระดับลึกไม่เกิน ๓๐ กิโลเมตร เรียกว่า **จุดกำเนิดแผ่นดินไหว** หรือ **ไซสมิกโฟกัส (Seismic focus)** จากจุดนั้นความสั่นสะเทือนจะแผ่ออกไปโดยรอบ และจะมาถึงพื้นผิวโลกตรงจุดที่อยู่เหนือจุดกำเนิดแผ่นดินไหวพอดี ก่อนพื้นผิวโลกส่วนอื่น ๆ จุดบนพื้นผิวโลกที่อยู่เหนือจุดกำเนิดแผ่นดินไหวนี้เรียกว่า **จุดเหนือศูนย์แผ่นดินไหว** หรือ **เอปิเซนเตอร์ (Epicenter)** ซึ่งที่จุดนี้จะได้รับความรุนแรงจากความสั่นสะเทือนมากที่สุด ส่วนบริเวณที่อยู่ห่างออกไป ความสั่นสะเทือนจะค่อยๆลดน้อยลงตามลำดับ จากการวัดเวลาที่บริเวณต่างๆได้รับความสั่นสะเทือนหรือการวัดความร้ายแรงของความสั่นสะเทือนตามสถานที่ต่าง ๆ ก็ทำให้สามารถคำนวณหาจุดกำเนิดแผ่นดินไหวได้

จากการดูแผนที่แสดงบริเวณที่มักเกิดมีแผ่นดินไหว จะเห็นได้ว่าเป็นบริเวณเดียวกับแนวเกิดภูเขาในสมัยของการเกิดภูเขาอัลไพน์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งได้แก่บริเวณชายฝั่งมหาสมุทรแปซิฟิกในทวีปอเมริกาเหนือ และทวีป



อาณาเขตที่มักเกิดแผ่นดินไหวบ่อย ๆ

อเมริกาใต้ ชายฝั่งตะวันออกของทวีปเอเชียและในเขตทะเลเมดิเตอร์เรเนียน ในเขตเกิดแผ่นดินไหวยังมักเป็นเขตที่มีภูเขาไฟเกิดขึ้นด้วย ทั้งนี้ก็เนื่องจากแผ่นดินไหวมีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับการเคลื่อนไหวของเปลือกโลกและการกระทำของภูเขาไฟนั่นเอง

การผันแปรของเปลือกโลกเนื่องจากกรรมวิธีจัดระดับ

กรรมวิธีจัดระดับเป็นวิธีการที่ทำให้เปลือกโลกราบเรียบลง โดยทำให้ที่สูงลดระดับต่ำลง และที่ลุ่มต่ำเพิ่มระดับสูงขึ้น

กรรมวิธีจัดระดับได้รับพลังงานจากแสงอาทิตย์ และจากแรงดึงดูดของโลกโดยมีตัวกระทำ (**Agent**) เป็นผู้ใช้พลังงานนี้ อย่างเช่นแสงอาทิตย์ส่องมายังพื้นผิวโลก ทำให้น้ำระเหยตัวกลายเป็นไอ และกลั่นตัวกลายเป็นเมฆและฝนเมื่อตกลงมาบนพื้นดิน ก็มีอำนาจในการทำให้หินผุพังทำลาย หรือเกิดการสึกกร่อน และนำพาไปทับถมกันในอีกที่หนึ่ง ลมก็เช่นเดียวกัน เกิดจากการเปลี่ยนแปลงความกดอากาศ อันเนื่องมาจากความร้อนที่ได้รับจากแสงอาทิตย์และสามารถที่จะพัดเป่า ทำให้เกิดการสึกกร่อนและการทับถมได้เช่นเดียวกัน การสึกกร่อนในบริเวณที่สูง และการทับถมในบริเวณที่ต่ำ นอกจากจะเกิดพลังงานจากแสงอาทิตย์ก็ยังเกิดจากแรงดึงดูดของโลกด้วย เพราะถ้าปราศจากแรงดึงดูดของโลก แม่น้ำลำธารก็จะไม่ไหลจากที่สูงไปยังที่ต่ำ และไม่เกิดการสึกกร่อนและการทับถมของหินขึ้นได้ จากที่กล่าวมานี้ จึงเห็นได้ว่าตามวิธีการของกรรมวิธีจัดระดับนั้น พลังงานที่นำมาใช้ส่วนใหญ่เป็นพลังงานที่เกิดขึ้นภายนอกโลก (แสงอาทิตย์) และมีตัวกระทำเป็นผู้ใช้พลังงานนั้นอีกต่อหนึ่ง สิ่งใดก็ตามที่เข้ามามีส่วนเกี่ยวข้องในการทำให้หินเปลือกโลกเกิดการผุพัง สึกกร่อนและทับถม สิ่งนั้นจัดได้ว่าเป็นตัวกระทำทั้งสิ้น

การผันแปรของเปลือกโลกเนื่องจากตัวกระทำต่าง ๆ

๑. **การกระทำของผลึกน้ำแข็ง** ในเขตอากาศอบอุ่น หรืออากาศหนาวที่อุณหภูมิในฤดูหนาวหรือในตอนกลางคืนลดต่ำมาก หรือตามบริเวณภูเขาสูง ๆ ซึ่งอุณหภูมิตอนกลางคืนลดต่ำมากเช่นเดียวกัน บริเวณเช่นนี้มักเกิดปรากฏการณ์ที่หินเกิดการแตกแยกออกเป็นก้อน ๆ เนื่องจากน้ำที่ซึมลงไปอยู่ในรอย

ร้าวหรือซอกของหิน เกิดการแข็งตัวเป็นผลึกน้ำแข็งในเวลาที่อุณหภูมิลดต่ำถึงจุดเยือกแข็ง และจึงขยายตัวออก ดันรอยร้าวหรือซอกหินให้กว้างขึ้น เมื่อเป็นเช่นนี้บ่อย ๆ จะทำให้หินแตกแยกออกจากกันได้ ตามบริเวณภูเขาสูง ๆ จึงมักเห็นหินก้อนขนาดใหญ่ ๆ เรียงรายอยู่ เป็นหินที่แตกมาจากภูเขา ถ้ามีเศษหินชนิดนี้มาก ๆ ก็เรียกภูมิประเทศนั้นว่า **ทุ่งหินดาด** หรือ **เฟลเซนเมียร์ (Felsenmeer)**

๒. **การกระทำของน้ำใต้ดิน** น้ำที่ซึมลงไปในดิน มีอำนาจทั้งในการทำให้สึกกร่อนและการทับถม ในการทำให้สึกกร่อนนั้น จะเห็นได้ชัดมากในเขตหินปูน เพราะน้ำมีคาร์บอนไดออกไซด์ผสมอยู่ สามารถละลายหินปูนได้ จึงทำให้เกิดมีช่องหรือโพรงอยู่ในหินปูน และค่อย ๆ ขยายขนาดใหญ่ขึ้น จนทำให้เกิดเป็น **ถ้ำหินปูน** ภายในถ้ำหินปูนนี้มักเกิดมี **หินงอก (stalagmite)** และ **หินย้อย (stalactite)** ซึ่งเกิดขึ้นจากน้ำที่มีปูนละลายอยู่หยดลงมาจากเพดานถ้ำและระเหยตัวไป เหลือปูนจับเกาะกันอยู่ บางทีทั้งหินงอกและหินย้อย เพิ่มความยาวมากขึ้น จนบรรจบกันทำให้แลดูคล้ายเสายันเพดานถ้ำอยู่ก็มี

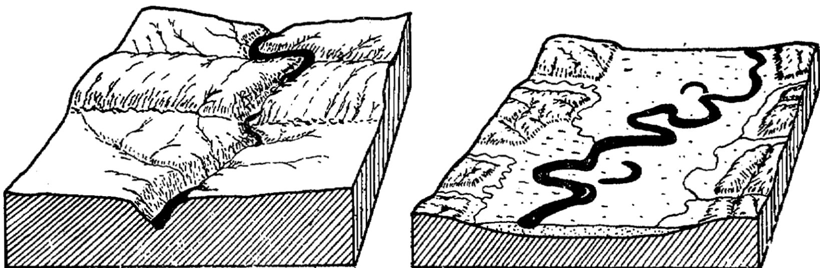
แร่ที่ละลายไปกับน้ำใต้ดินนั้น ในที่สุดก็จะไปรวมตัวสะสมกันในที่บางแห่ง ซึ่งจะเห็นได้จากปรากฏการณ์หลายอย่าง อย่างเช่นหินงอกและหินย้อยดังกล่าวมาข้างต้น ตลอดจนการที่ปูนหรือซิลิกาที่ละลายอยู่ในน้ำใต้ดิน ไปทำหน้าที่เป็นน้ำยาประสานเชื่อมเม็ดทรายหรือกรวดหินเข้าด้วยกัน กลายเป็นหินแข็ง ซากต้นไม้หรือเปลือกหอยและกระดูกสัตว์ที่ทับถมอยู่ในดิน ก็อาจเปลี่ยนสภาพเป็นหินได้ เพราะถูกน้ำใต้ดินซึ่งมีซิลิกาละลายอยู่ซึมเข้าไป และค่อยๆเปลี่ยนอณูของซากต้นไม้หรือเปลือกหอย หรือกระดูกสัตว์นั้นอย่างช้าๆ มาเป็นซิลิกา โดยที่ยังคงรักษารูปร่างคงเดิมอยู่ ฉะนั้น **ไม้ที่กลายเป็นหิน (Petrified wood)** ที่พบอยู่ในที่บางแห่ง จึงเกิดขึ้นเนื่องจากการกระทำของน้ำใต้ดิน

๓. **การกระทำของแม่น้ำลำธาร** ฝนที่ตกลงมาและไหลไปรวมกันเป็นแม่น้ำลำธารนั้น เมื่อไหลผ่านไปในที่ใดก็มีอำนาจในการทำให้พื้นที่สึกกร่อนหรือทับถมขึ้นได้ และแม่น้ำลำธารนับว่าเป็นตัวกระทำที่สำคัญที่สุด ที่ทำให้เกิดลักษณะภูมิประเทศขึ้น

ก. **การกัดเซาะของแม่น้ำลำธาร** แม่น้ำลำธารที่ไหลผ่านพื้นที่ใด ก็จะค่อย ๆ กัดเซาะพื้นที่นั้นเป็นร่องน้ำลึกและกว้างมากขึ้นตามลำดับ จนมีลักษณะเป็นหุบเขา (valley) ลักษณะของหุบเขาธารน้ำมีแตกต่างกันไปสุดแล้วแต่อำนาจในการกัดเซาะ ถ้าเป็นที่สูงชัน แม่น้ำลำธารกัดเซาะได้รวดเร็วหุบเขาก็จะมีรูปร่างที่ดูทางด้านส่วนตัดคล้ายตัวอักษร V ในภาษาอังกฤษ กล่าวคือสองด้านของหุบเขาลาดชันมาก และพื้นล่างของหุบเขาแคบ แต่ถ้าแม่น้ำลำธารมีอายุมาก ได้กัดเซาะพื้นที่นั้นมาเป็นเวลานานแล้ว หุบเขาก็จะผายกว้างออกจนดูลักษณะคล้ายรูปกระทะ ความต่างระดับระหว่างส่วนที่สูงที่สุดกับส่วนต่ำที่สุดของหุบเขา จะเหลืออยู่เพียงเล็กน้อย

ในบางเขตของโลกปรากฏว่า แม่น้ำลำธารได้กัดเซาะพื้นที่จนเกิดเป็นหุบเขาสูงชันมาก ด้านข้างของหุบเขานั้นเกือบจะตั้งฉากกับพื้นล่างของหุบเขาเกิดเป็นภูมิประเทศที่เรียกว่า **แคนยอน** (Canyon) ตัวอย่างของแคนยอนที่มีชื่อเสียงมาก ก็ได้แก่ แกรนด์ แคนยอน (Grand Canyon) ในมลรัฐแอริโซนา สหรัฐอเมริกา ซึ่งเป็นหุบเขาลึกประมาณ ๑,๒๐๐ – ๑,๘๐๐ เมตร กว้างประมาณ ๑๑ – ๒๔ กิโลเมตร และยาวประมาณ ๓๐๐ กิโลเมตร เกิดจากแม่น้ำโคโลราโดกัดเซาะพื้นที่ของที่ราบสูงอย่างรวดเร็ว จนเกิดเป็นหุบเขาที่มีความกว้างของตอนบนกับตอนล่างเกือบจะเท่า ๆ กัน นับเป็นปรากฏการณ์ธรรมชาติที่มหัศจรรย์แห่งหนึ่งของโลก

แม่น้ำลำธารที่พึ่งเกิดขึ้นใหม่ มักจะไหลผ่านพื้นหินที่มีความแข็งแกร่ง

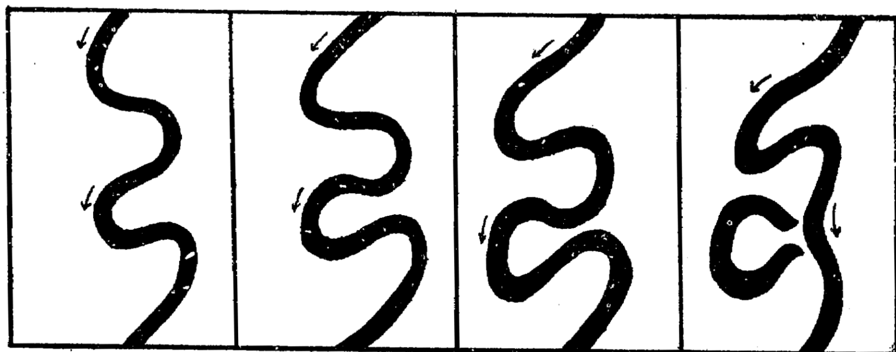


หุบเขาตอนต้นของลำแม่น้ำ และที่ราบน้ำท่วมถึงตอนปลายของลำแม่น้ำ

ไม่เท่ากัน และทำให้การกัดเซาะมีระดับไม่เท่ากันด้วย ระดับของพื้นแม่น้ำจึงไม่เรียบ ถ้าหากมีระดับแตกต่างกันมาก ก็ทำให้เกิดเป็น **แก่ง (rapids)** หรือ **น้ำตก (waterfall)** ขึ้น หากแม่น้ำลำธารกัดเซาะไปนาน ๆ เข้า ระดับของพื้นแม่น้ำก็จะค่อย ๆ ราบเรียบลง และแก่งหรือน้ำตกจึงหายไป ด้วยเหตุนี้จึงพบว่าแก่งหรือน้ำตกนั้นส่วนมากอยู่ในบริเวณใกล้กับยอดของแม่น้ำลำธารต่าง ๆ

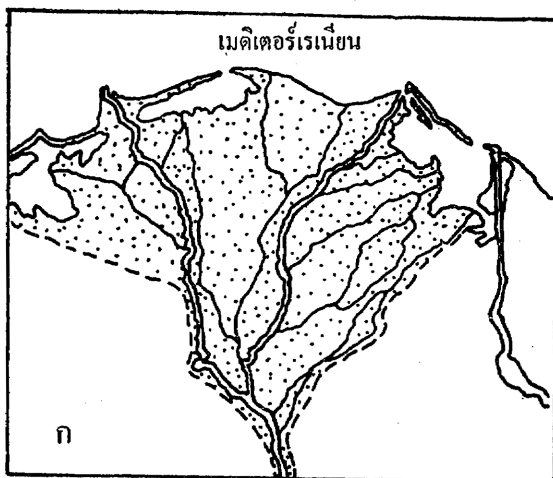
ในเขตที่มีน้ำตกหรือแก่งนั้น กำลังแรงของน้ำที่ไหลอาจทำให้เกิดรูกลม ๆ อยู่บนพื้นหินได้ การที่เกิดรูกลมเช่นนี้ก็เนื่องจากเศษหินหรือกรวดทรายที่นำมากับน้ำ ถูกน้ำพัดจม เพราะกระแสน้ำไหลแรงมาก และจึงไปขัดถูกับหินที่แม่น้ำลำธารไหลผ่าน ในชั้นต้นก็เกิดเป็นรูเล็ก ๆ ขึ้นก่อน ต่อมาจึงขยายใหญ่ขึ้น เพราะก้อนหินหรือกรวดทรายที่ตกลงไปในรูจะถูกแรงน้ำพัดจนขัดสีไปรอบ ๆ กลายเป็นรูใหญ่ขึ้นทุกที รูกลม ๆ เช่นนี้เรียกว่า **กุมภลักษณ์ (Pothole)**

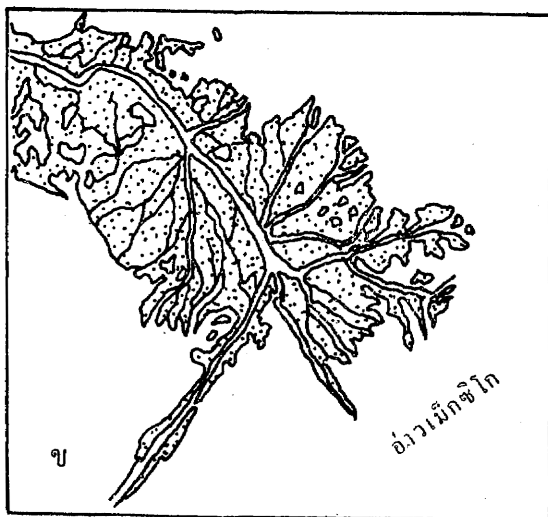
ในช่วงตอนปลายของแม่น้ำลำธาร น้ำจะไหลคดเคี้ยวมากขึ้น เปลี่ยนทางเดินอยู่บ่อย ๆ การเปลี่ยนทางเดินนี้ บางครั้งก็ทำให้เกิดทะเลสาบขึ้น เรียกว่า **ทะเลสาบรูปแอก (Ox-bow lake)** มีลักษณะเป็นรูปคล้ายแอกวัวหรือเกือกม้า เกิดขึ้นจากโค้งน้ำที่วกเข้ามาชิดกันมาก จนในที่สุดกระแสน้ำได้ลัดทางเดินตัดโค้งนั้น ทางน้ำสายเดิมจึงถูกตัดขาดตื้นเขินไป กลายเป็นทะเลสาบดังรูปข้างต้น



แสดงการเกิดของทะเลสาบรูปแอก ตั้งแต่แม่น้ำเริ่มคดเคี้ยว จนกระทั่งลัดทางเดิน และส่วนที่ถูกตัดออกกลายเป็นทะเลสาบ

ข. **การทับถมของแม่น้ำลำธาร** ถ้าหากปริมาณของโคลนตะกอนที่แม่น้ำลำธารพาไป มีมากเกินกว่ากำลังของน้ำจะนำพาไปได้ ก็จะเกิดการทับถมขึ้น สิ่งทับถมที่เกิดจากแม่น้ำลำธารนี้ เรียกว่า **วัสดุน้ำพา** หรือ **อัลลูเวียม (Alluvium)** ประกอบด้วยวัสดุขนาดต่างๆ กัน ตั้งแต่เศษหินกรวด ทรายไปจนถึงตะกอน และโคลนละเอียด เวลาที่เกิดการทับถมมักจะมีการจัดแบ่งวัสดุที่หยาบและละเอียดออกจากกันเป็นชั้นๆ ซึ่งโดยปกติชั้นหยาบจะอยู่ข้างล่าง เนื่องจากวัสดุที่มีขนาดใหญ่จะเริ่มเกิดการทับถมได้ก่อนวัสดุขนาดเล็ก และการทับถมก็จะเรียงตามลำดับชั้นขึ้นมา แต่บางกรณีก็อาจจะมีชั้นหยาบและชั้นละเอียดแทรกสลับกัน แสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงของอำนาจในการนำพาของแม่น้ำลำธารนั้นในระหว่างที่เกิดการทับถมขึ้น





ก. ดินดอนสามเหลี่ยมรูปโค้ง (แม่น้ำไนล์)
ข. ดินดอนรูปสามเหลี่ยมตีนกา (แม่น้ำมิสซิสซิปปี)

การทับถมของแม่น้ำลำธาร ทำให้เกิดลักษณะภูมิประเทศที่สำคัญดังนี้

๑. **ที่ราบน้ำท่วมถึง (Floodplain)** เป็นที่ราบริมสองฝั่งแม่น้ำลำธารซึ่งมักจะมีน้ำท่วมเป็นประจำทุกปีในฤดูที่มีน้ำมาก เวลาที่เกิดน้ำท่วม น้ำจะพัดพาโคลนตะกอนไปทับถมกัน บริเวณที่ราบที่จังหวัดพระนครและธนบุรีตั้งอยู่นี้ก็เป็นส่วนหนึ่งของที่ราบน้ำท่วมถึง ตอนปลายลำแม่น้ำเจ้าพระยาซึ่งทุก ๆ ปี เมื่อระดับน้ำในแม่น้ำเอ่อสูงขึ้น ก็ทำให้เกิดน้ำท่วมในบริเวณที่ราบใหญ่นี้

๒. **ดินดอนสามเหลี่ยม (Delta)** เมื่อแม่น้ำลำธารไหลลงสู่ทะเลหรือทะเลสาบซึ่งมีน้ำนิ่ง วัสดุที่น้ำพามาจะเกิดการทับถมขึ้นที่ปากน้ำ ถ้าหากน้ำในทะเลหรือทะเลสาบ มีการเคลื่อนไหวในลักษณะของคลื่นหรือกระแสน้ำ วัสดุที่ตกจมลงที่ปากน้ำนี้ก็จะถูกพัดพาไปที่อื่น และเปิดร่องน้ำให้คงกว้างอยู่ แต่ถ้าน้ำไม่มีการเคลื่อนไหววัสดุทับถมเหล่านี้จะเพิ่มปริมาณมากขึ้น จนทำให้ร่องน้ำที่ปากแม่น้ำตื้นเขินขึ้น และแม่น้ำจึงต้องไหลแยกออกทะเลเป็นสาขาต่าง ๆ เพื่อให้น้ำไหลออกได้ทัน ในขณะเดียวกันก็มีวัสดุทับถมที่เกิดขึ้นระหว่างร่องน้ำของแม่น้ำที่แยกตัวออกไปนี้ และที่ปากน้ำของแม่น้ำสาขาต่าง ๆ จนในที่สุดก็เกิดเป็นดินงอกขึ้นที่ปากแม่น้ำมีลักษณะเป็นรูปสามเหลี่ยม มีจุดยอดอยู่ที่ตอนที่แม่น้ำจะแยกตัวออกเป็นสาขาและมีฐานอยู่ที่ชายฝั่งทะเลด้านปากน้ำ ดินดอนสามเหลี่ยมของแม่น้ำบางสายมีขนาดใหญ่มาก อย่างเช่นแม่น้ำโขงซึ่งกลายเป็นที่อุดมสมบูรณ์ มีคนอาศัยอย่างหนาแน่น

คำว่า เดลตา เป็นชื่อที่ใช้เรียกดินดอนสามเหลี่ยม ปากแม่น้ำไนล์เป็นครั้งแรก เพราะมีลักษณะคล้ายรูปตัวอักษร △ (เดลตา) ของกรีก ลักษณะของดินดอนสามเหลี่ยมปากแม่น้ำไนล์นี้ จัดเป็นชนิดรูปโค้ง **(Arcuate type)** กล่าวคือด้านฐานของรูปสามเหลี่ยมมีลักษณะโค้งมน แต่ดินดอนสามเหลี่ยมปากแม่น้ำมิสซิสซิปปีในสหรัฐอเมริกา มีลักษณะแตกต่างออกไปมาก และจัดเป็นชนิดรูปตีนกา **(Bird's foot type)** เพราะร่องน้ำของดินดอนสามเหลี่ยมยื่นออกไปในทะเลเป็นระยะทางไกลมาก จนแลดูคล้ายตีนกา ดินดอนสามเหลี่ยมของแม่น้ำสายต่าง ๆ ในโลก ส่วนมากเป็นชนิดแรก รวมทั้งแม่น้ำโขงและแม่น้ำฮวงโห ในทวีปเอเชียด้วย

๔. **การกระทำของลม** การกระทำของลม ในฐานะเป็นตัวกระทำที่ทำให้พื้นผิวโลกเกิดการเปลี่ยนแปลงนั้น เห็นได้ชัดเจนในเขตที่พื้นดินประกอบไปด้วยวัสดุทับถมชนิดที่เกาะตัวกันไม่แน่น และปราศจากพืชขึ้นปกคลุมอยู่บนผิวหน้าดิน เมื่อลมพัดมีกำลังแรง ก็จะนำพาเอาวัสดุที่มีขนาดเล็กไปด้วยทีละเล็กละน้อย จนกระทั่งในที่สุดก็จะเกิดการสึกกร่อนขึ้นในที่นั้น และในขณะเดียวกัน ก็จะมีพื้นที่บางแห่งที่เกิดการทับถมของวัสดุที่ลมได้นำพามา ในเขตอากาศชื้น การกระทำของลมในการทำให้สึกกร่อน มีจำกัดอยู่เฉพาะในบางเขต อย่างเช่นตามชายฝั่งทะเล ทั้งนี้เพราะโดยทั่วไป ในเขตอากาศชื้นนั้นดินหรือหินมักจะเกาะตัวกันแน่น และยังมีพืชขึ้นปกคลุมอยู่ด้วย แต่ในเขตแห้งแล้ง การกระทำของลมมีอำนาจอยู่มาก และเป็นตัวกระทำสำคัญที่มีผลต่อการสร้างภูมิประเทศ

การกระทำของลมทำให้เกิดภูมิประเทศต่าง ๆ ดังนี้ คือ

๑. **แอ่งในทะเลทราย (Blowout)** ในทะเลทรายมักจะเกิดมีแอ่งขนาดต่าง ๆ เนื่องจากลมพัดเป่าเอาฝุ่นทรายละเอียดไปทีละน้อย ส่วนมากเป็นแอ่งตื้น ๆ ลึกเพียงไม่กี่เมตร แต่อาจจะมีเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ ๑ – ๒ เมตรไปจนถึงหลาย ๆ กิโลเมตรก็ได้ ตามบริเวณแอ่งเหล่านี้ ถ้าหากมีตาน้ำ ก็จะมีน้ำซึมขังอยู่ กลายเป็นโอเอซิส **(Oasis)** มีพืชขึ้นกลายเป็นที่อุดมสมบูรณ์ได้

๒. **โขดหินรูปเห็ด (Mushroom Rock)** เกิดจากโขดหินแข็งที่ตั้งอยู่ในทะเลทราย ถูกทรายที่ลมพัดมาปะทะขัดถูให้สึกกร่อนไป และที่ฐานของโขดหินซึ่งเป็นตอนที่ถูกขัดสีมากที่สุด จะค่อย ๆ คอดกิ่วลง แต่ตอนส่วนบนยังคงมีขนาดใหญ่อยู่ จึงทำให้มีลักษณะคล้ายรูปเห็ด เป็นปรากฏการณ์ที่พบอยู่โดยมากในเขตแห้งแล้ง

๓. **สันทราย (Sand dune)** สันทรายคือเนินเตี้ย ๆ ที่เกิดจากทรายถูกลมนำพามาสะสมกัน มีอยู่ ๒ ชนิด คือ ชนิดหนึ่งเป็นสันทรายที่เกิดขึ้นตามชายฝั่งทะเล เรียกชื่อว่า สันทรายชายฝั่ง **(Coastal dunes)** อีกชนิดหนึ่งเป็นสันทรายที่เกิดขึ้นในทะเลทราย เรียกชื่อว่า สันทรายทะเลทราย **(Desert dunes)**

ก. **สันทรายชายฝั่ง** พบอยู่ตามชายฝั่งทะเลที่มีหาดทราย และมีลมพัด

เข้าสู่ฝั่งเป็นประจำ ในเขตเช่นนั้น ลมจะพัดพาทรายจากชายหาดเข้ามายังบริเวณตอนใน ซึ่งเมื่อมีสิ่งกีดขวางกั้นอยู่อย่างเช่นบริเวณที่มีต้นหญ้าหรือต้นไม้ขึ้น หรือบริเวณที่เป็นโคกสูง ทรายที่ถูกลมนำพามาก็จะถูกสกัดกั้น และทับถมกันอยู่ในบริเวณนั้น จนกระทั่งมีความสูงมากขึ้น และกลายเป็นสันทราย

ข. **สันทรายทะเลทราย** ในทะเลทรายที่มีทรายกองทับถมกันเป็นเนินสูงเพราะลมพัดพามานั้น สันทรายจะมีรูปร่างลักษณะแตกต่างกันไปสุดแล้วแต่ทิศทางลมที่พัดผ่านบริเวณพื้นที่นั้น อย่างเช่นอาจจะมีรูปร่างเหมือนพระจันทร์ครึ่งซีก ตั้งอยู่เรียงรายกัน ซึ่งเรียกสันทรายแบบนั้นว่า สันทรายบาร์คาน **(Barchan)** หรืออาจจะมีรูปร่างเป็นแนวยาว ๆ ติดต่อกันไป และตั้งขนานกันเหมือนกับคลื่นในทะเลทรายก็ได้

๔. **ดินเลอส (Loess)** ในเขตอากาศแห้งแล้ง ลมอาจพัดพาเอาฝุ่นทรายละเอียดไปด้วยเป็นจำนวนมาก และฝุ่นทรายละเอียดนี้จะไปตกทับถมกันในที่บางแห่ง เกิดเป็นดินสีเหลือง ที่เรียกว่า ดินเลอส มีลักษณะเป็นดินละเอียด ร่วนไม่เกาะตัวกัน และน้ำซึมผ่านได้ง่าย ในบางเขตปรากฏว่ามีดินเลอสสะสมกันมีความหนามาก ตัวอย่างที่สำคัญคือ ทางภาคเหนือของประเทศจีน แถบตอนกลางลุ่มแม่น้ำฮวงโห มีบริเวณที่มีดินเลอสเป็นเนื้อที่กว้างขวางหลายร้อยตารางกิโลเมตร และความหนาของดินเลอสมีอยู่ถึง ๓๐—๑๐๐ เมตร ดินเลอสที่เกิดขึ้นนี้ เนื่องมาจากฝุ่นละเอียดที่ลมพัดพามาจากทะเลทรายทางภาคกลางของทวีปเอเชีย และมาทับถมกันในเขตอากาศแถบทุ่งหญ้าในภาคเหนือของจีนดังกล่าว

๕. **การกระทำของคลื่นและกระแสน้ำ** คลื่นและกระแสน้ำในทะเลและทะเลสาบ มีอำนาจในการกัดเซาะ และการทับถมที่ชายฝั่งอยู่มาก แรงปะทะของคลื่นขนาดใหญ่ที่มีกำลังแรงมาก สามารถที่จะซัดเซาะหินที่อยู่ริมฝั่งให้แตกทำลายกลายเป็นกรวดทราย และกระแสน้ำจะพัดพาเอากรวดทรายโคลนตะกอนเหล่านั้นไปทับถมกันในบางเขต ทำให้เกิดการตื้นเขินขึ้น

ลักษณะภูมิประเทศอันเกิดจากการกระทำของคลื่นและกระแสน้ำที่ปรากฏชัด ได้แก่

๑. **หน้าผาชายทะเล (Sea Cliff)** เกิดจากการที่คลื่นซัดชายฝั่งอย่างแรงและค่อย ๆ กัดเซาะเข้าไปที่ฐานของหินชายฝั่ง เมื่อเว้าเข้าไปมากก็จะทำให้ส่วนบนของหินที่ชะโงกยื่นออกมาหักทรุดลง เพราะขาดฐานรองรับน้ำหนักและถูกคลื่นและกระแสน้ำนำไป ฉะนั้นในที่สุดจึงทำให้เกิดเป็นหน้าผาขึ้น ลักษณะของหน้าผาอาจจะสูงชัน หรือค่อย ๆ ลาดต่ำลงสู่ทะเลก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการวางตัวและโครงสร้างของหินในบริเวณนั้น รวมทั้งอำนาจในการกัดเซาะของคลื่น และตัวกระทำอื่น ๆ ว่ามีอยู่มากน้อยเพียงไร

๒. **ถ้ำทะเล (Sea Cave)** ตามชายฝั่งทะเลบางแห่งที่มีหินสึกหรอได้ง่ายสลับอยู่กับหินแข็งแกร่ง คลื่นและกระแสน้ำที่กัดเซาะชายฝั่งนั้นมีโอกาสที่จะกัดเซาะเข้าไปในชั้นของหินที่สึกหรอได้ง่ายอย่างรวดเร็ว จนกระทั่งเกิดเป็นโพรงขนาดใหญ่ในระหว่างชั้นของหินที่แข็งกว่า โพรงที่เกิดขึ้นนี้อาจจะอยู่ห่างจากชายฝั่ง แต่มีช่องทางที่ติดต่อกับทะเล และไม่สามารถมองเห็นได้บนพื้นดิน เพราะมีหินปิดอยู่ข้างบน จึงมีลักษณะเป็นถ้ำอยู่ใต้ดิน เรียกว่าถ้ำทะเล ต่อมาถ้าหากหลังคาถ้ำยุบตัวลง ก็จะทำให้เกิดเป็นอ่าวแคบ ๆ ขึ้น

๓. **สันดอน (Submarine Bar)** กระแสน้ำในทะเลจะพัดพาเอากรวดทรายและโคลนตะกอนไปทับถมกันที่ปากน้ำ หรือใกล้ชายฝั่ง จนเกิดตื้นเขินขึ้น แต่ไม่พ้นระดับน้ำทะเลขึ้นมา เรียกว่า สันดอน ซึ่งมักทำให้เกิดอุปสรรคแก่การเดินเรือ เพราะปิดทางร่องน้ำ อย่างเช่นสันดอนที่ปากแม่น้ำเจ้าพระยา เป็นต้น ซึ่งต้องเสียค่าใช้จ่ายในการขุดลอกอยู่บ่อย ๆ เพื่อให้เรือเดินทะเลแล่นผ่านไปมาได้

๔. **สันทรายนอกฝั่ง (Bar หรือ Spit)** ถ้าหากกรวดทรายและโคลนตะกอนที่กระแสน้ำนำพาไปทับถมกันนั้น มีระดับสูงพ้นน้ำ ก็จะเกิดเป็นสันทรายนอกฝั่งขึ้น สันทรายนอกฝั่งนี้ ตามปกติจะงอกจากฝั่งออกไป บางทีก็ขนานไปกับชายฝั่ง บางทีก็โค้งเข้ามาทางฝั่งอีก จนมีลักษณะเป็นรูปขอ ซึ่งเรียกว่า สันทรายนอกฝั่งรูปขอ **(Hooked Spit)**

๕. **การกระทำของธารน้ำแข็ง** ธารน้ำแข็ง **(glacier)** คือมวลน้ำแข็งมหึมา ซึ่งจับตัวกันเป็นชั้นหนาปกคลุมพื้นที่ กำเนิดของธารน้ำแข็งนั้น

เริ่มจากหิมะที่ตกลงมาสะสมตัวกันเป็นจำนวนมาก โดยในฤดูร้อนก็ละลายไปเพียงเล็กน้อย ฉะนั้นปริมาณของหิมะจึงเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ และกดกันแน่นเข้าในขณะเดียวกันหิมะก็มีการละลายตัวและแข็งตัวสลับกัน ตามการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ จึงทำให้ผนึกเชื่อมกันแน่นกลายเป็นน้ำแข็ง ต้นกำเนิดของธาร-น้ำแข็งจึงมีอยู่ที่บริเวณ**ทุ่งหิมะถาวร (Permanent snow-field)** ซึ่งเป็นบริเวณที่มีหิมะปกคลุมอยู่เป็นประจำ และบริเวณทุ่งหิมะถาวรนี้ จะมีอยู่ในเขตที่อยู่สูงกว่า**ระดับเส้นหิมะ (snow line)** ขึ้นไป ระดับเส้นหิมะก็คือ ระดับต่ำที่สุดที่หิมะจะคงมีอยู่ในฤดูร้อน หรืออีกนัยหนึ่ง เส้นหิมะก็คือระดับต่ำที่สุดของทุ่งหิมะถาวรนั่นเอง ความสูงของระดับเส้นหิมะมีแตกต่างกันตามละติจูดของพื้นที่อย่างเช่นที่ขั้วโลก เส้นหิมะจะอยู่ที่ระดับน้ำทะเล แต่ที่เทือกภูเขาแอลป์ เส้นหิมะอยู่สูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ ๒,๗๐๐ เมตร (๙,๐๐๐ ฟุต) ที่เทือกภูเขาหิมาลัย ประมาณ ๔,๘๐๐ เมตร (๑๖,๐๐๐ ฟุต) และที่เทือกเขาในเขตศูนย์สูตร (ในทวีปแอฟริกา และทวีปอเมริกาใต้) เส้นหิมะจะอยู่สูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ ๕,๔๐๐ เมตร (๑๘,๐๐๐ ฟุต) หมายความว่าในเขตศูนย์สูตรนั้น จะมีหิมะตกสะสมมากพอจะทำให้เกิดธารน้ำแข็งขึ้นได้ ถ้าหากพื้นที่มีความสูงตั้งแต่ ๕,๔๐๐ เมตร ขึ้นไป สำหรับในประเทศไทยนั้น ไม่มีบริเวณใดที่อยู่สูงถึงระดับเส้นหิมะ จึงไม่เกิดมีธารน้ำแข็งขึ้นได้

หิมะที่จับตัวกันและเปลี่ยนสภาพเป็นน้ำแข็ง ในที่สุดจะค่อย ๆ ขยายแผ่กว้างขึ้น เนื่องจากน้ำหนักที่กดอยู่ชั้นบน ทำให้น้ำแข็งที่อยู่ตามขอบเคลื่อนที่ออกไปอย่างช้า ๆ ในกรณีที่ธารน้ำแข็งมีกำเนิดอยู่บนยอดเขา ขอบของธารน้ำแข็งจะเลื่อนที่ลงมาตามลาดเขา เนื่องจากแรงดึงดูดของโลก จนในที่สุดตอนปลายสุดของธารน้ำแข็งอาจจะอยู่ห่างจากต้นของธารน้ำแข็งเป็นระยะทางยาวหลายสิบกิโลเมตรก็ได้ และธารน้ำแข็งจึงมีลักษณะคล้ายธารน้ำซึ่งไหลเป็นสายยาว ผิดกันเพียงว่า สิ่งที่ไหลอยู่ในธารน้ำแข็งนั้นเป็นมวลน้ำแข็ง มิใช่น้ำ เนื่องจากปริมาณหิมะที่ตกลงมาที่ต้นกำเนิดของธารน้ำแข็งอาจจะเพิ่มขึ้นหรือลดลง เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของภูมิอากาศ ฉะนั้นจึงทำให้ขนาดและความยาวของธารน้ำแข็งไม่อยู่คงที่ เมื่อใดที่มีหิมะตกมากขึ้น ธารน้ำแข็งก็จะขยายขนาดใหญ่

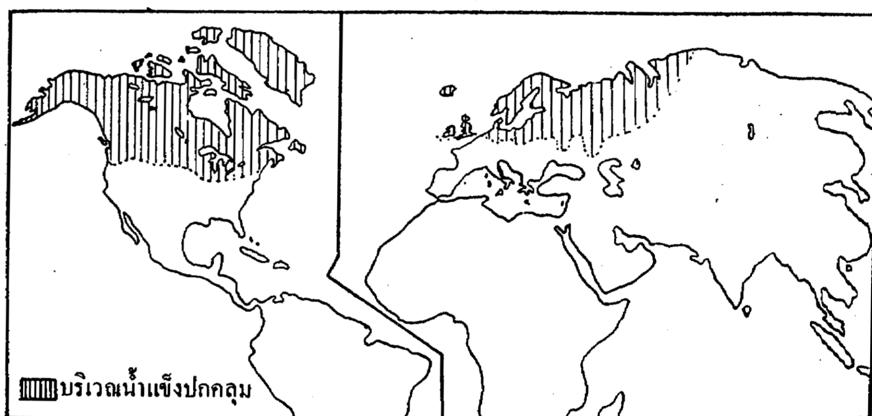
ออกไป และตรงกันข้าม เมื่อมีหิมะตกน้อยลง บริเวณที่มีธารน้ำแข็งปกคลุมก็จะหดเล็กลง แต่การขยายหรือลดขนาดของธารน้ำแข็งนี้มักเกิดขึ้นในช่วงระยะเวลานานมาก ไม่ได้เกิดขึ้นทันทีทันใด เพราะการเปลี่ยนแปลงของภูมิอากาศปกติก็เป็นการเปลี่ยนแปลงอย่างช้า ๆ มาก

ชนิดของธารน้ำแข็ง ธารน้ำแข็งที่มีอยู่ในที่ต่าง ๆ นั้น แบ่งออกได้เป็น ๓ ชนิด คือ

๑. **ธารน้ำแข็งทวีป** (**Continental glacier**) เป็นธารน้ำแข็งขนาดใหญ่ที่ปกคลุมทวีปหรือเกาะในเขตขั้วโลก ตัวอย่างเช่น ธารน้ำแข็งที่ปกคลุมเกาะกรีนแลนด์ และทวีปแอนตาร์กติกา ที่เกาะกรีนแลนด์นั้นมีธารน้ำแข็งปกคลุมเป็นบริเวณเนื้อที่ถึง ๑,๒๕๐,๐๐๐ ตารางกิโลเมตร และมีความหนาถึง ๒,๔๐๐ เมตร และที่ทวีปแอนตาร์กติกา มีเนื้อที่ที่มีน้ำแข็งปกคลุมถึงเกือบ ๙ ล้านตารางกิโลเมตร

๒. **ธารน้ำแข็งหุบเขา** (**Valley glacier**) เป็นธารน้ำแข็งที่ปรากฏอยู่ตามที่ราบหุบเขา มีต้นกำเนิดอยู่บนยอดเขาสูง และไหลเลื่อนลงมาตามหุบเขา บางทีก็มีสายเดียวโดด ๆ แต่บางทีมีสาขาอื่นมาบรรจบด้วย

๓. **ธารน้ำแข็งเชิงเขา** (**Piedmont glacier**) เป็นธารน้ำแข็งที่พบอยู่ตาม



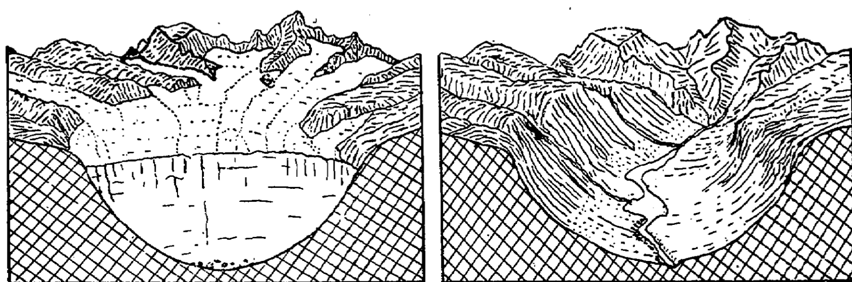
อาณาเขตของธารน้ำแข็งทวีป ซึ่งปกคลุมพื้นดิน ในระหว่างสมัยน้ำแข็ง

ที่ราบเชิงเขา เกิดจากธารน้ำแข็งหุบเขาหลาย ๆ สายไหลเลื่อนตัวมาบรรจบกัน กลายเป็นธารน้ำแข็งสายใหญ่มาก ปกคลุมพื้นที่เป็นบริเวณกว้าง จนดูคล้ายกับเป็นทะเลสาบน้ำแข็งมหึมา ธารน้ำแข็งเชิงเขานี้เกิดอยู่ใต้ระดับเส้นหิมะ และจึงอาศัยน้ำแข็งที่เลื่อนตัวมาจากธารน้ำแข็งหุบเขาแต่อย่างเดียว ไม่มีการเกิดน้ำแข็งเพิ่มขึ้นในตัวของมันเอง

สมัยน้ำแข็ง (Great Ice Age) จากปรากฏการณ์ทางลักษณะภูมิประเทศ ทำให้นักธรณีวิทยาทราบได้ว่ามีบริเวณบางแห่งในโลก เคยถูกธารน้ำแข็งปกคลุมมาแล้ว เช่นเดียวกับที่ธารน้ำแข็งทวีปกำลังปกคลุมทวีปแอนตาร์กติกาอยู่ในปัจจุบัน ระยะเวลาที่เกิดมีธารน้ำแข็งทวีปปกคลุมพื้นที่เป็นบริเวณกว้างใหญ่นั้นเรียกว่า สมัยน้ำแข็ง ซึ่งอยู่ในระหว่างสมัยไพลสโตซีน (Pleistocene Epoch) ของยุคควอเตอร์นารี ตั้งต้นเมื่อประมาณหนึ่งล้านปีมาแล้ว และสิ้นสุดลงเมื่อประมาณ ๒๕,๐๐๐ ปีที่แล้วมา

ในสมัยน้ำแข็งนั้น ปรากฏว่ามีบริเวณที่มีน้ำแข็งปกคลุมเป็นเนื้อที่ถึง ๒๐ ล้านตารางกิโลเมตร ในจำนวนเนื้อที่นี้ ประมาณครึ่งหนึ่งอยู่ในทวีปอเมริกาเหนือ ซึ่งมีธารน้ำแข็งปกคลุม อะแลสกา แคนาดา เกาะกรีนแลนด์ และประมาณ ๑/๔ ของสหรัฐอเมริกา ส่วนในทวีปยุโรปนั้นมีธารน้ำแข็งปกคลุมอยู่ในคาบสมุทรสแกนดิเนเวีย ส่วนใหญ่ของหมู่เกาะบริติช เดนมาร์ก ภาคเหนือของเยอรมนี โปแลนด์ และรุสเซีย เป็นเนื้อที่ประมาณ ๗.๕ ล้านตารางกิโลเมตร นอกจาก ๒ แห่งที่กล่าวมานี้ ก็ยังมีธารน้ำแข็งปกคลุมอยู่ตามเทือกภูเขาต่าง ๆ เช่น เทือกภูเขาหิมาลัย เทือกภูเขาแอลป์ และเทือกภูเขาทางภาคเหนือของทวีปเอเชีย ซึ่งธารน้ำแข็งที่ปกคลุมเทือกภูเขาเหล่านี้ล้วนมีอาณาเขตใหญ่กว่าปัจจุบันมาก ในซีกโลกภาคใต้มีธารน้ำแข็งเกิดขึ้นที่เทือกเขาในภาคใต้ของออสเตรเลีย และในหมู่เกาะนิวซีแลนด์ และที่เทือกภูเขาแอนดิสในทวีปอเมริกาใต้ รวมทั้งธารน้ำแข็งที่ทวีปแอนตาร์กติกา ก็ใหญ่กว่าที่เป็นอยู่ในปัจจุบันหลายเท่า สำหรับดินแดนที่เป็นประเทศไทยอยู่ในปัจจุบันนี้ ไม่มีร่องรอยที่แสดงว่าเคยถูกธารน้ำแข็งปกคลุมมาก่อนในสมัยน้ำแข็งนั้น

ภูมิประเทศที่เกิดจากการกระทำของธารน้ำแข็ง ธารน้ำแข็งมีอำนาจในการทำให้สึกกร่อนและการทับถม เช่นเดียวกับตัวกระทำอื่น ๆ และเขตที่เคยถูกธารน้ำแข็งปกคลุมมาก่อน เมื่อน้ำแข็งละลายไปแล้วจะปรากฏลักษณะต่าง ๆ ให้เห็นดังต่อไปนี้



หุบเขาที่เกิดจากการกระทำของธารน้ำแข็ง เมื่อยังมีธารน้ำแข็งอยู่และเมื่อธารน้ำแข็งละลายหมดไปแล้ว

๑. **หุบเขาธารน้ำแข็ง (Glacial trough)** ธารน้ำแข็งที่เลื่อนตัวลงมาตามหุบเขา ที่ถูกแม่น้ำลำธารกัดเซาะไว้แต่เดิมนั้น จะทำให้ลักษณะของหุบเขาเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม คือ กว้างออก และมีความลึกมากขึ้น และในที่สุดจะมีลักษณะทางด้านส่วนตัดเป็นอักษรตัว U ในภาษาอังกฤษ (U-shaped valley) ผิดกับหุบเขาธารน้ำ ซึ่งมีลักษณะเป็นรูปตัววี ดังได้กล่าวมาแล้วข้างต้น

๒. **ฟยอร์ด (Fjord)** ถ้าหากธารน้ำแข็งเลื่อนตัวจากภูเขามาถึงฝั่งทะเลและทำให้เกิดเป็นหุบเขารูปตัวยู กัดเซาะลงไปในพื้นหินริมฝั่ง ลึกต่ำลงไปกว่าระดับน้ำทะเล เมื่อน้ำแข็งละลายหมดไปแล้ว น้ำทะเลจะไหลเข้ามาท่วมหุบเขาที่อยู่ต่ำกว่าระดับน้ำทะเลนั้น ทำให้เกิดเป็นอ่าวน้ำลึก มีรูปร่างยาวและแคบยื่นล้ำเข้าไปในพื้นแผ่นดินเป็นระยะทางไกลๆ อ่าวชนิดนี้จึงแตกต่างจากอ่าวตื้นที่เกิดจากการกระทำของคลื่นและกระแสน้ำหรือการยุบตัวลงของเปลือกโลก และเรียกชื่อว่า ฟยอร์ด ฝั่งทะเลที่มีฟยอร์ดเกิดขึ้นจะมีลักษณะเว้าแหว่งมากผิดปกติแลเห็นได้ชัดเจนจากแผนที่ เขตที่มักมีฟยอร์ด คือบริเวณที่มีภูเขาหรือที่ราบสูง

จดฝั่งทะเล และเคยถูกน้ำแข็งปกคลุมมาก่อนในสมัยน้ำแข็ง ซึ่งได้แก่ชายฝั่งของประเทศนอรเว สกอตแลนด์ เกาะกรีนแลนด์ อะแลสกา และนิวซีแลนด์เป็นต้น

๓. **มอเรน (Moraine)** ตามเส้นทางที่ธารน้ำแข็งเคลื่อนที่ผ่านไปนั้น จะมีเศษหินที่แตกออกจากภูเขากลิ้งหล่นลงมากองอยู่บนผิวหน้าของน้ำแข็ง และถูกน้ำแข็งนำพาไปด้วยอย่างช้า ๆ ในระหว่างที่น้ำแข็งเคลื่อนตัวไปนั้น เศษหินเหล่านี้จะค่อย ๆ ฝังจมลงไปในน้ำแข็ง หรือตกลงไปตามซอกและรอยแยกของธารน้ำแข็ง จนในที่สุดก็จะลงไปอยู่เบื้องล่างของน้ำแข็ง และเป็นเครื่องมือของธารน้ำแข็งในการขัดสีพื้นหินที่เลื่อนตัวผ่านไปนั้น เมื่อน้ำแข็งละลายหมดไป เศษหินกรวดทรายที่น้ำแข็งนำพาไปด้วยนั้น ก็จะทับถมกันบนพื้นดิน เรียกว่า มอเรน และทำให้เกิดลักษณะภูมิประเทศแตกต่างกัน อย่างเช่น อาจจะเกิดเป็นเนินเตี้ย ๆ รูปร่างคล้ายหลังปลาวาฬ ตั้งเรียงรายอยู่ ซึ่งเรียกชื่อเนินชนิดนั้นว่า **ดรัมลิน (Drumlin)** หรืออาจจะทับถมกันเป็นสันเตี้ย ๆ ยาวคดเคี้ยวไปมา เรียกว่า **เอสเคอร์ (Esker)** ก็ได้

๔. **ทะเลสาบ** ในบริเวณที่เคยมีธารน้ำแข็งปกคลุมอยู่ มักจะมีทะเลสาบเกิดขึ้นเป็นจำนวนมาก ทะเลสาบเหล่านี้เกิดขึ้นได้ ๒ วิธี คือ วิธีแรกเกิดจากการกัดเซาะของธารน้ำแข็ง และวิธีที่สองเกิดจากการทับถมของมอเรน ตามวิธีแรกนั้น น้ำแข็งได้ขัดถูพื้นหิน ทำให้เกิดเป็นแอ่งลึก เมื่อน้ำแข็งละลายไปแล้วแอ่งเหล่านั้นมีน้ำขังอยู่และกลายเป็นทะเลสาบ ทะเลสาบชนิดนี้มักจะมีความลึกมาก และมีรูปยาวรีตามลักษณะของหุบเขา ส่วนตามวิธีหลังนั้น มอเรนที่น้ำแข็งละลายเหลือทิ้งเอาไว้มีระดับสูงต่ำไม่เท่ากัน จึงเกิดมีน้ำขังอยู่ตามแอ่งและกลายเป็นทะเลสาบ หรือเป็นเพราะมอเรนได้ไปปิดกั้นหุบเขา และกีดขวางทางเดินของแม่น้ำลำธาร ซึ่งก็ทำให้เกิดทะเลสาบขึ้นได้เช่นกัน

บทที่ ๓ ลักษณะภูมิประเทศ

ลักษณะภูมิประเทศอันเกิดจากการผันแปรของเปลือกโลก ดังได้กล่าวมาแล้วในบทที่ ๒ อาจแบ่งออกได้เป็นประเภทใหญ่ ๆ ดังนี้ คือ

๑. ภูเขา ๒. ที่ราบสูง ๓. ที่ราบ ๔. ทะเลสาบ ๕. เกาะ ๖. ฝั่งทะเล

ในบทนี้จะได้นำลักษณะภูมิประเทศดังกล่าวนี้ มาอธิบายโดยละเอียด พร้อมกับแบ่งชนิดต่าง ๆ ของภูมิประเทศนั้น ตามลักษณะกำเนิด และลักษณะแตกต่าง

๑. **ภูเขา** ที่เรียกว่าภูเขานั้น หมายถึงลักษณะภูมิประเทศที่เป็นที่สูง ๆ ต่ำ ๆ ซึ่งมีความต่างระดับ **(Relief)** ของพื้นที่ในบริเวณนั้นมากกว่า ๑๕๐ เมตร (๕๐๐ ฟุต) ขึ้นไป มีลาดเขาที่มีความชันมาก ซึ่งจะทำให้พื้นที่เปลี่ยนระดับอย่างรวดเร็ว ภายในระยะทางตามแนวราบไม่ไกลนัก และอาณาบริเวณของพื้นที่ในระดับสูง (คือส่วนบนของภูเขา) จะมีเนื้อที่เล็กกว่าพื้นที่ในระดับล่าง (คือฐานของภูเขา) มาก ซึ่งทำให้ภูมิประเทศของภูเขา ผิดกับภูมิประเทศของที่ราบสูง เพราะที่ราบสูงนั้นส่วนบนมีพื้นที่กว้างใหญ่มาก

ภูเขาที่มีความสูงมาก ส่วนใหญ่เกิดจากการไหวตัวของเปลือกโลก ผิดกับภูเขาที่มีความสูงไม่มากนัก ซึ่งมักเกิดจากการสึกกร่อนของพื้นที่ ทำให้พื้นที่นั้นเกิดเป็นที่สูง ๆ ต่ำ ๆ ขึ้น ฉะนั้นภูเขาที่มีความสูงมาก จึงมักพบอยู่เฉพาะในเขตที่เป็นแนวเกิดภูเขา **(Orogenic belt)** แต่ภูเขาขนาดเล็กจะพบอยู่โดยทั่ว ๆ ไปในที่ต่าง ๆ ของโลก

เขตที่เกิดมีภูเขา จึงต้องมีหุบเขา **(Valley)** อยู่ด้วย มิฉะนั้นจะไม่เกิดความต่างระดับขึ้นได้ เพราะความต่างระดับนั้นวัดจากส่วนที่สูงที่สุดของพื้นที่ (คือยอดเขา) กับส่วนที่ต่ำที่สุด (คือหุบเขา) หุบเขาที่เกิดขึ้นในบริเวณภูเขานั้น แบ่งออกได้เป็น ๒ ประเภท คือ ประเภทหนึ่งเรียกว่า **หุบเขาขนาน (Longitudinal Valley)** คือ เป็นหุบเขาที่ตั้งอยู่ระหว่างเทือกภูเขา ๒ เทือกที่ขนานกันไป หุบเขาชนิดนี้เกิดขึ้นพร้อมกันกับเทือกภูเขา เมื่อเปลือกโลกมีการเคลื่อนไหว บีบอัดหินเปลือกโลกให้คดงอเป็นเทือกภูเขาขึ้น ส่วนหุบเขาอีกประเภทหนึ่ง เรียกว่า **หุบเขาตัดขวาง (Lateral Valley)** เป็นหุบเขาขนาดเล็ก

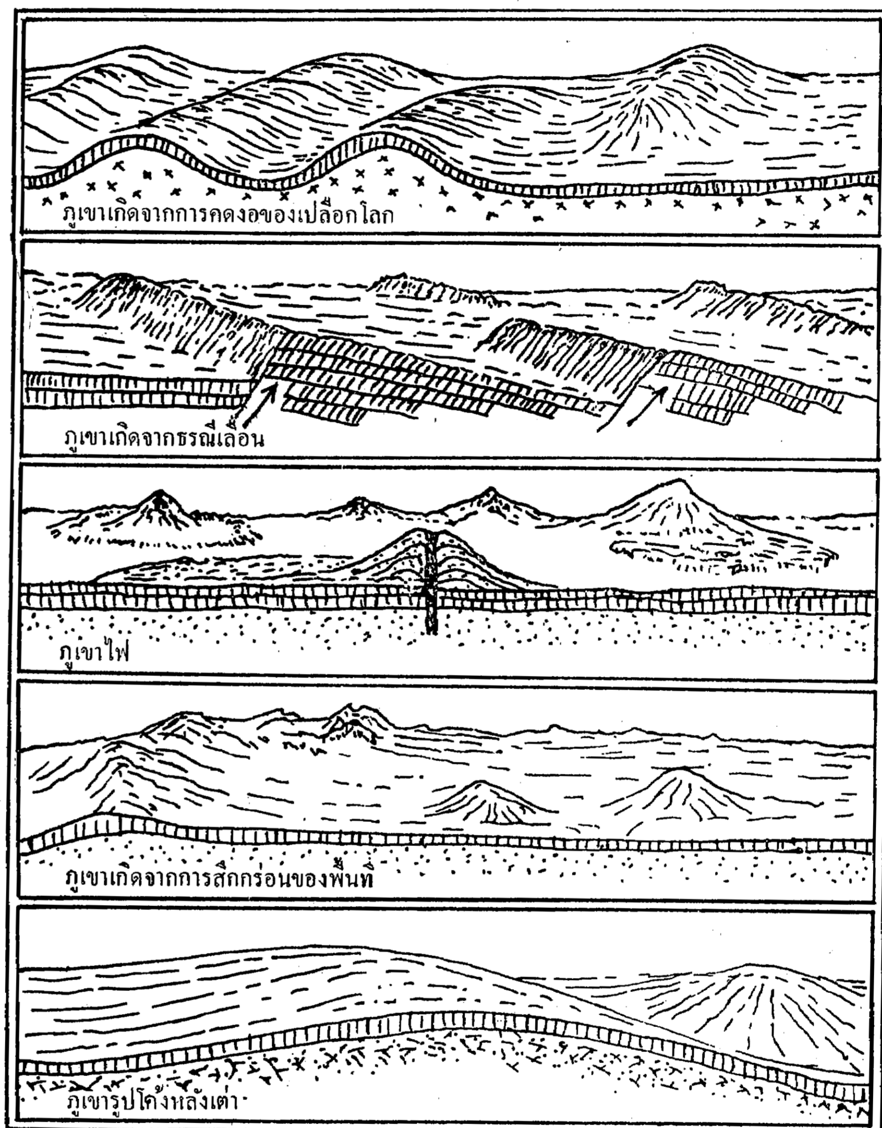
ที่ตัดจากยอดเขามาที่เชิงเขา เกิดจากการกัดเซาะของแม่น้ำลำธารหรือธารน้ำแข็ง และจึงเกิดทีหลังเทือกภูเขานั้น ส่วนมากของหุบเขาที่มีปรากฏอยู่เป็นหุบเขาประเภทหลังนี้

ประเภทของภูเขา ภูเขาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นนั้น อาจแบ่งออกได้เป็นประเภทต่าง ๆ ตามกำเนิดคือ

ก. **ภูเขาที่เกิดจากการคดงอของเปลือกโลก (Folded Mountain)** ภูเขาประเภทนี้เกิดขึ้น เนื่องจากเปลือกโลกได้รับการบีบอัดในทางแนวราบ ทำให้เกิดเป็นแนวของภูเขาขึ้น เหมือนอย่างลูกคลื่นในทะเล เช่นเดียวกับเวลาเราดันผ้าปูโต๊ะจากด้านหนึ่งไปหาอีกด้านหนึ่ง จะทำให้ผ้าปูโต๊ะเกิดริ้วรอยขึ้น เทือกภูเขาใหญ่ ๆ ก็มักประกอบด้วยแนวของภูเขาหลายแนวเรียงรายกัน ถ้าพิจารณาดูเส้นทางของแม่น้ำลำธารในบริเวณเทือกภูเขา จะเห็นว่าโดยมากสายใหญ่ ๆ มักจะไหลขนานไปกับเทือกภูเขา และมีสายสาขาที่ไหลจากภูเขามาบรรจบด้วย เทือกภูเขาขนาดใหญ่ ๆ ของโลกส่วนมากเป็นประเภทนี้ อย่างเช่นเทือกภูเขาแอลป์ เทือกภูเขาหิมาลัย และเทือกภูเขาทางภาคเหนือและภาคตะวันตกของประเทศไทย เป็นต้น

ข. **ภูเขาบล็อก หรือ ภูเขาที่เกิดจากธรณีเลื่อน (Block Mountain)** เป็นภูเขาที่เกิดจากเปลือกโลกบางส่วนเลื่อนสูงหรือต่ำลงไปกว่าส่วนที่อยู่ใกล้เคียง จึงเกิดมีความต่างระดับขึ้น กลายเป็นภูเขา ภูเขาประเภทนี้ มีลักษณะแตกต่างจากภูเขาที่เกิดจากการคดงอของเปลือกโลก คือยอดเขาไม่ค่อยแหลม หุบเขาไม่ค่อยลึกและแคบมากนัก ตัวอย่างเช่นภูเขา วอสก์ **(Vosges)** และภูเขาแบล็ก-ฟอเรสต์ **(Black Forest)** ที่ตั้งอยู่สองข้างของที่ราบลุ่มแม่น้ำไรน์ ใกล้เคียงพรมแดนระหว่างประเทศฝรั่งเศสกับประเทศเยอรมนี หรือภูเขาที่อยู่ทางภาคตะวันออกของทวีปแอฟริกา ในเขตทะเลสาบใหญ่ ๆ ซึ่งส่วนมากเป็นภูเขาประ-เภทนี้

ค. **ภูเขาไฟ (Volcano)** รูปร่างลักษณะของภูเขาไฟมีหลายชนิด แตกต่างกันไปตามส่วนประกอบของสสารที่มันพ่นออกมา บางชนิดมีลักษณะเป็นแอ่งขนาดใหญ่ ซึ่งเกิดจากการระเบิด และรอบ ๆ แอ่งมีเนินเตี้ย ๆ เป็นวงล้อม



แสดงภูเขาประเภทต่าง ๆ

รอบ ประกอบไปด้วยเศษหินต่าง ๆ ที่ถูกเหวี่ยงออกมาทับถมกัน บางชนิดก็มีลักษณะเป็นรูปกรวย และมีความสูงมาก เกิดจากเถ้าถ่านและหินละลายที่ไหลออกมาทับถมกันเป็นเวลานาน ตอนใกล้ ๆ กับปากปล่องเป็นตอนที่สูงชัน

มาก แล้วค่อย ๆ ลาดลงมาที่ฐานของรูปกรวย และอีกชนิดหนึ่งมีลักษณะเป็นรูปฝาชีคว่ำ คือมีลักษณะมน ๆ ชนิดนี้เป็นภูเขาไฟที่ระเบิดไม่รุนแรง มีหินละลายไหลเอ่ออออกมาเฉย ๆ โดยไม่มีเศษหินและเถ้าถ่านปะปนอยู่ด้วย ถ้าเป็นหินละลายที่ไม่ข้นมาก ฐานของภูเขาไฟมักจะกว้างใหญ่ เพราะหินละลายไหลไปได้เป็นระยะทางไกล ๆ ก่อนที่จะเย็นตัวลง แต่ถ้าเป็นหินละลายชนิดข้น ตรงใกล้กับปล่องค่อนข้างจะสูงชัน และฐานของภูเขาไฟไม่ใหญ่นัก

ง. **ภูเขาที่เกิดจากการสึกกร่อนของพื้นที่** การกระทำของตัวกระทำต่างๆ เช่น แม่น้ำลำธาร ธารน้ำแข็ง ฯลฯ ทำให้เปลือกโลกเกิดการเปลี่ยนแปลงดังได้กล่าวมาแล้ว และทำให้พื้นที่เกิดการสึกกร่อนขึ้น ฉะนั้นพื้นที่ซึ่งเคยราบเรียบมาก่อน แต่เมื่อถูกยกสูงขึ้นมา ก็จะถูกกัดเซาะให้กลายเป็นที่สูง ๆ ต่ำ ๆ และเกิดมีภูเขาขึ้นได้ เป็นภูเขาขนาดเล็กที่ตั้งอยู่ติดต่อกันหรืออาจจะตั้งอยู่ตามลำพังบนที่ราบก็ได้ ถ้าอยู่ตามลำพังก็เรียกว่า **เขาโดด (Monadnock)**

จ. **ภูเขารูปโค้งหลังเต่า (Dome Mountain)** เป็นภูเขาที่เกิดจากหินอัคนีที่ไหลแทรกหินชั้นขึ้นมาในลักษณะของบาโธลิธ หรือแลคโคลิธ เมื่อหินชั้นที่ปกคลุมอยู่ชั้นบนสึกกร่อนหมดไปแล้ว ก็จะเหลือหินอัคนีที่อยู่ข้างล่าง และสึกกร่อนได้ยาก เพราะเป็นหินแข็งแกร่งตั้งสูงเด่นขึ้นมาในพื้นที่นั้น และเนื่องจากแลคโคลิธ หรือบาโธลิธนี้มีลักษณะโค้งเป็นรูปหลังเต่า จึงทำให้ภูเขาชนิดนี้มีลักษณะโค้งนูนไม่เป็นสันหรือมียอดแหลม

๒. **ที่ราบสูง** เป็นลักษณะภูมิประเทศที่กำหนดคำนิยามได้ยาก โดยทั่ว ๆ ไปนั้น ที่ราบสูงหมายถึงภูมิประเทศที่มีพื้นที่ค่อนข้างจะมีระดับเสมอกัน แต่อยู่สูงจากระดับน้ำทะเลมากกว่า ๑๕๐ เมตร (๕๐๐ ฟุต) ขึ้นไป มีบางตอนที่เป็นหุบเขาลึก ๆ ตัดผ่านที่ราบนั้น แต่หุบเขาอยู่ห่างจากกันมาก ฉะนั้น จึงยังคงมีลักษณะของที่ราบให้เห็นปรากฏอยู่ทางส่วนบนของพื้นที่นั้นอยู่ ผิดกับภูมิประเทศที่เป็นภูเขา ซึ่งจะเป็นที่สูง ๆ ต่ำ ๆ โดยทั่วไป นอกจากนี้ที่ราบสูงโดยมากยังมักมีภูเขากั้นเป็นขอบเขตอยู่ด้านหนึ่งด้วย

ประเภทของที่ราบสูง ที่ราบสูงแบ่งออกได้เป็นประเภทต่าง ๆ สุดแล้วแต่ลักษณะที่ตั้งของที่ราบสูงนั้น ซึ่งมีอยู่ ๓ ประเภท คือ

ก. **ที่ราบสูงระหว่างภูเขา (Intermontane Plateau)** เป็นที่ราบสูงที่เกิดขึ้นเนื่องจากเปลือกโลกส่วนนั้นถูกยกตัวสูงขึ้นมาพร้อมกับภูเขา และโดยมากมักจะมีเทือกภูเขาล้อมอยู่เกือบรอบ ที่ราบสูงซึ่งมีความสูงมาก ๆ ของโลกมักเป็นที่ราบสูงประเภทนี้ ตัวอย่างเช่นที่ราบสูงทิเบต ซึ่งอยู่สูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ ๓,๐๐๐ ถึง ๔,๕๐๐ เมตร (๑๐,๐๐๐—๑๕,๐๐๐ ฟุต) มีเทือกภูเขาหิมาลัยกั้นอยู่ทางใต้ และเทือกภูเขาคุนลุน ทางเหนือ และที่ราบสูงอัลติปลาโน **(Altiplano)** ในประเทศโบลิเวียในทวีปอเมริกาใต้ ซึ่งอยู่สูงจากระดับน้ำทะเลทะเลประมาณ ๓,๐๐๐ ถึง ๓,๖๐๐ เมตร (๑๐,๐๐๐—๑๒,๐๐๐ ฟุต) มีเทือกภูเขาแอนดิสขนาบอยู่ทางตะวันตก และตะวันออก ของที่ราบสูงนั้น นอกจากที่ราบสูงดังกล่าว ๒ แห่งนี้ก็ยังมีที่ราบสูงระหว่างภูเขาอื่น ๆ อีก ซึ่งอยู่สูงจากระดับน้ำทะเลน้อยกว่าที่ราบสูง ๒ ชื่อแรก ได้แก่ที่ราบสูงมองโกเลีย ที่ราบสูงเม็กซิโก และที่ราบสูงโคลัมเบีย (ในสหรัฐอเมริกา) เป็นต้น

ข. **ที่ราบสูงชายภูเขา (Piedmont Plateau)** เป็นที่ราบสูงที่ตั้งอยู่ระหว่างเทือกภูเขาด้านหนึ่ง กับที่ราบหรือฝั่งทะเลอีกด้านหนึ่ง ตัวอย่างเช่นที่ราบสูงปาตาโกเนีย **(Patagonia)** ในประเทศอาร์เจนตินาในทวีปอเมริกาใต้ ซึ่งตั้งอยู่ระหว่างเทือกภูเขาแอนดิสกับฝั่งมหาสมุทรแอตแลนติกใต้ ตอนขอบของที่ราบสูงใกล้ฝั่งทะเลนั้น มีระดับสูงกว่าที่ราบชายฝั่งทะเลประมาณ ๙๐—๑๘๐ เมตร (๓๐๐—๖๐๐ ฟุต) ทำให้แลเห็นเป็นสันขอบที่ราบสูงได้ชัดเจน

ค. **ที่ราบสูงทวีป (Continental Plateau)** หรือ **ที่ราบรูปโต๊ะ (Tableland)** เป็นที่ราบสูงซึ่งมีขอบตั้งสูงขึ้นมาจากที่ราบ หรือชายฝั่งทะเลโดยรอบหรือเกือบรอบ และไม่มีเทือกภูเขากั้นเป็นขอบ ทำให้ลักษณะของที่ราบสูงชนิดนี้คล้ายกับส่วนบนของโต๊ะ จึงเรียกว่าที่ราบรูปโต๊ะ ที่ราบสูงประเภทนี้ บางทีมีอาณาเขตกว้างใหญ่มาก อย่างเช่นที่ราบสูงของทวีปแอฟริกา ซึ่งมีเนื้อที่มากกว่าครึ่งหนึ่งของเนื้อที่ทวีป จึงเรียกว่าที่ราบสูงทวีป นอกจากนี้ยังมีที่ราบสูงอื่น ๆ ที่จัดอยู่ในประเภทที่ราบรูปโต๊ะ ได้แก่ที่ราบสูงอาหรับ ที่ราบสูงสเปน ที่ราบสูงคาบสมุทรเดคคานในอินเดีย และที่ราบสูงเกาะกรีนแลนด์ เป็นต้น

๓. **ที่ราบ** ภูมิประเทศอันจัดว่าเป็นที่ราบนั้น ได้แก่พื้นที่ที่มีความ

ต่างระดับไม่เกิน ๑๕๐ เมตร (๕๐๐ ฟุต) และอยู่สูงจากระดับน้ำทะเลไม่มากนัก ที่ราบบางแห่งอยู่ภายในทวีปอาจจะอยู่ต่ำกว่าระดับน้ำทะเลก็ได้ โดยไม่กลายสภาพเป็นทะเลสาบ ถ้าหากมีอากาศแห้งแล้ง

ในบรรดาสภาพภูมิประเทศต่าง ๆ ของโลก ที่ราบนับได้ว่ามีเนื้อที่อยู่มากที่สุด และก็เป็นภูมิประเทศที่เหมาะสำหรับการอยู่อาศัยของมนุษย์มากที่สุดด้วย ทั้งนี้เนื่องจากความเหมาะสมทางด้านเกษตรกรรมและความสะดวกในด้านการคมนาคมขนส่ง

ประเภทของที่ราบ ที่ราบที่เกิดขึ้นนั้น เกิดจากการกระทำต่าง ๆ กัน เช่นจากการเคลื่อนไหวของเปลือกโลก จากการกระทำของแม่น้ำลำธาร ธารน้ำแข็ง หรือการตื้นเขินของทะเลสาบ เป็นต้น ฉะนั้น จึงอาจแบ่งประเภทของที่ราบตามลักษณะกำเนิดดังนี้คือ

ก. **ที่ราบที่เกิดจากการเคลื่อนไหวของเปลือกโลก** กล่าวคือ บางส่วนของเปลือกโลกถูกยกตัวสูงขึ้นมาหรือยุบต่ำลงไป และเกิดเป็นที่ราบขึ้น มี ๒ แบบ คือ

๑. **ที่ราบชายฝั่งทะเล (Coastal Plain)** เป็นที่ราบที่เกิดขึ้นริมฝั่งทะเล เนื่องจากการยกระดับสูงขึ้นของพื้นผิวโลกส่วนนั้น ทำให้พื้นที่ซึ่งเดิมเป็นท้องทะเลตื้น กลายเป็นพื้นดินขึ้นมา

๒. **ที่ราบภายในทวีป (Interior Plain)** เป็นที่ราบที่เกิดจากบริเวณภายในทวีปเกิดการยุบต่ำลงไปเป็นแอ่งใหญ่ มีระดับต่ำกว่าเขตอื่น ๆ โดยรอบ แล้วมีโคลนตะกอนต่าง ๆ มาทับถมกันเป็นเวลานาน จนกระทั่งในที่สุดกลายเป็นที่ราบใหญ่ขึ้น

ข. **ที่ราบที่เกิดจากการกระทำของแม่น้ำลำธาร (Alluvial Plain)** แม่น้ำลำธารที่กัดเซาะและทับถมพื้นที่ที่ไหลผ่านนั้น ก็ทำให้เกิดเป็นที่ราบขึ้นได้ มีชื่อเรียกต่าง ๆ กันสุดแล้วแต่ลักษณะของที่ราบนั้น ๆ ได้แก่

๑. **ที่ราบน้ำท่วมถึง (Flood Plain)** เป็นที่ราบสองฝั่งธารน้ำที่มีน้ำท่วมอยู่บ่อย ๆ และนำโคลนตะกอนไปทับถมกัน

๒. **ที่ราบดินดอนสามเหลี่ยม (Delta Plain)** เป็นที่ราบที่เกิดจากการทับถมของโคลนตะกอนที่ปากแม่น้ำ

ค. **ที่ราบที่เกิดจากการกระทำของธารน้ำแข็ง (Glaciated Plain)** กรวดหินดินทรายที่ธารน้ำแข็งกัดเซาะ และนำพาไปทับถมกันนั้น อาจจะทำให้เกิดเป็นที่ราบขึ้น ซึ่งเรียกชื่อว่า **ที่ราบทิลล์ (Till Plain)** ในที่ราบเช่นนี้วัสดุที่ทับถมกันจะปะปนไม่แยกออกเป็นขนาดเล็กหรือขนาดใหญ่ แต่ถ้ากรวดหินดินทรายนั้นถูกแม่น้ำลำธารพัดพาไปอีกต่อหนึ่ง แล้วจึงทับถมกันเป็นที่ราบ ก็จะทำให้วัสดุที่ทับถมจัดแยกตัวตามขนาดเป็นชั้น ๆ ไม่ปะปนกัน ที่ราบนั้นจะเรียกชื่อว่า **ที่ราบเอาท์วอช (Outwash Plain)**

ง. **ที่ราบที่เกิดจากทะเลสาบตื้นเขิน (Lacustrine Plain)** ทะเลสาบบางแห่งอาจเกิดการตื้นเขินขึ้น เนื่องจากการทับถมของโคลนตะกอนต่าง ๆ ในเวลานาน ในที่สุดทำให้เกิดเป็นที่ราบขึ้นได้

๔. **ทะเลสาบ (Lake)** ทะเลสาบนั้นตามความหมายโดยทั่ว ๆ ไป หมายถึงบริเวณที่มีน้ำขังอยู่บนพื้นแผ่นดิน มีขนาดใหญ่และมีความลึกพอสมควร หากเป็นบริเวณแอ่งน้ำขนาดเล็กก็เรียกว่า สระ **(Pond)** และถ้าหากเป็นที่ตื้นมีพืชขึ้นกระจัดกระจายในน้ำ แม้ว่าจะมีเนื้อที่กว้างใหญ่ ก็เรียกว่าหนองหรือบึง **(Swamp or Marsh)** ไม่ใช่ทะเลสาบ

ทะเลสาบบางแห่งที่อยู่ภายในทวีป ไม่มีทางติดต่อกับมหาสมุทรภายนอก มีน้ำเค็มจัด ก็อาจจะเรียกชื่อว่าทะเล **(Sea)** อย่างเช่นทะเลแคสเปียน ทะเลเดดซี เป็นต้น ทะเลบึดเช่นนี้ความจริงก็เป็นทะเลสาบนั่นเอง

ประเภทของทะเลสาบ นอกจากจะแบ่งทะเลสาบออกเป็น ๒ ชนิดตามความเค็มของน้ำ คือเป็นทะเลสาบน้ำจืด **(Fresh-water Lake)** กับทะเลสาบน้ำเค็ม **(Salt-water Lake)** แล้ว ยังอาจแบ่งทะเลสาบออกเป็นประเภทต่าง ๆ ตามลักษณะกำเนิด คือ

ก. **ทะเลสาบที่เกิดขึ้นเนื่องจากเปลือกโลกยุบต่ำลง** เมื่อเปลือกโลกส่วนหนึ่งส่วนใดยุบต่ำลงไปเป็นแอ่งลึก และต่อมามีน้ำขังอยู่ก็จะกลายเป็นทะเลสาบ ทะเลสาบที่มีขนาดลึก ๆ มากมักจะเกิดขึ้นโดยวิธีนี้ ตัวอย่างเช่น ทะเลสาบเดดซี ทะเลสาบแคสเปียน และทะเลสาบไนแอสซา ทะเลสาบแทนแกนยิกาในแอฟริกาตะวันออก เป็นต้น

ข. **ทะเลสาบที่เกิดขึ้นเนื่องจากแม่น้ำถูกขวางกั้นทางเดิน** เกิดขึ้นจากมีสิ่งมาปิดกั้นขวางทางไหลของแม่น้ำลำธาร อย่างเช่นมอเรนธารน้ำแข็ง เศษหินที่พังทลายมาจากภูเขา หินลาวาภูเขาไฟ หรือแม้แต่การกระทำของมนุษย์ เช่น การสร้างเขื่อน กั้นคันดิน ทำให้แม่น้ำลำธารไม่อาจไหลต่อไปได้ และตอนบนของลำแม่น้ำลำธารจึงกลายเป็นทะเลสาบขึ้น

ค. **ทะเลสาบที่เกิดขึ้นเนื่องจากการเปลี่ยนทางเดินของแม่น้ำ** แม่น้ำลำธารที่ไหลคดเคี้ยวไปมา และต่อมาได้ลัดทางเดินใหม่ ตัดคอคอดตรงส่วนที่อ้อมโค้งและจึงทำให้ส่วนที่ถูกตัดออกไปนั้นกลายเป็นทะเลสาบขึ้น เรียกว่าทะเลสาบรูปแอก ดังได้กล่าวมาแล้วในบทที่ ๒ ว่าด้วยการกระทำของแม่น้ำลำธาร

ง. **ทะเลสาบที่เกิดขึ้นเนื่องจากการกระทำของน้ำแข็ง** น้ำแข็งที่ปกคลุมพื้นที่ใด ๆ และได้กัดเซาะหรือทับถมกรวดหินดินทรายไว้บนพื้นที่นั้น ๆ เมื่อธารน้ำแข็งละลายไปหมดแล้ว อาจจะมีน้ำขังอยู่ตามแอ่ง อันเกิดจากธารน้ำแข็งกัดเซาะลึกลงไปในหิน หรือเกิดจากมอเรนธารน้ำแข็งที่มีระดับสูง ๆ ต่ำ ๆ ไม่เสมอกัน ตัวอย่างของทะเลสาบที่เกิดจากการกระทำของน้ำแข็ง ก็ได้แก่ทะเลสาบในประเทศฟินแลนด์ ซึ่งมีอยู่เป็นจำนวนมาก

จ. **ทะเลสาบที่เกิดในปล่องภูเขาไฟ** ภูเขาไฟที่หมดพลังแล้ว หรือสงบชั่วคราว ที่ปากปล่องจะมีน้ำขังอยู่ เกิดเป็นทะเลสาบขึ้นได้ หากมีลักษณะเป็นแอ่งลึก และไม่มีรอยแตกหรือช่องทางที่น้ำจะไหลออกไปได้

ทะเลสาบไม่ว่าจะเกิดขึ้นจากเหตุใดก็ตาม เป็นลักษณะภูมิประเทศที่ไม่คงอยู่ถาวร เพราะในระยะเวลานาน ๆ ก็อาจจะแห้งหายไปได้ มีพื้นที่บางแห่งที่ปัจจุบันเป็นที่ดิน มีผู้คนเข้าไปอยู่อาศัยทำมาหากิน แต่จากการดูภาพถ่ายทางอากาศ จะเห็นได้ชัดว่า พื้นที่นั้นมีดินสีแตกต่างจากเขตใกล้เคียง และเห็นรูปร่างพื้นที่ว่าเคยเป็นทะเลสาบมาก่อน แต่ต่อมาได้ตื้นเขินกลายเป็นพื้นดินไป การที่ทะเลสาบลดขนาดลงหรือแห้งหายไปนั้น อาจจะเนื่องจากมีโคลนตะกอนที่แม่น้ำลำธารไหลลงทะเลสาบนั้น นำพามาด้วยเป็นจำนวนมาก นาน ๆ เข้าก็ทับถมกันจนตื้นเขินขึ้น หรืออาจจะเนื่องจากสิ่งกีดขวางทางเดินของแม่น้ำลำธารที่กั้นน้ำไว้ให้เป็นทะเลสาบ ถูกน้ำกัดเซาะจนเป็นช่องทางให้น้ำไหลผ่านไปได้

น้ำที่ขังอยู่จึงไหลออกไปหมด หรืออาจจะเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของภูมิอากาศในท้องที่นั้น เช่น มีฝนตกน้อยกว่าเดิม หรือมีอุณหภูมิสูงกว่าเดิม ทำให้น้ำระเหยตัวมากขึ้น ทะเลสาบจึงมีน้ำน้อยลง และลดขนาดหรือแห้งหายหมดไป เป็นต้น เป็นที่ทราบได้แน่นอนว่า ทะเลสาบแคสเบียนในขณะนี้มีขนาดเล็กกว่าแต่ก่อน เนื่องจากอากาศแห้งแล้งมากขึ้นน้ำระเหยตัวไปมาก และระดับน้ำในทะเลสาบก็กำลังลดลงอย่างช้าๆ นักวิทยาศาสตร์รุสเซียได้ศึกษาหาทางที่จะรักษาระดับน้ำในทะเลสาบนี้ไม่ให้ลดลงมากนัก อย่างเช่นได้จัดการดักน้ำจากแม่น้ำสายต่าง ๆ ให้ไหลมาลงทะเลสาบแคสเบียนให้มากขึ้น แต่ก็ยังไม่สามารถแก้ปัญหาได้อย่างเต็มที่

๕. **เกาะ** เกาะต่าง ๆ ที่มีอยู่ในโลก แบ่งออกได้เป็น ๒ ประเภท คือ เกาะริมทวีป และเกาะกลางสมุทร

ก. **เกาะริมทวีป (Continental Islands)** เป็นเกาะที่เดิมเป็นส่วนหนึ่งของพื้นแผ่นดินใหญ่ แต่ต่อมาได้ถูกตัดขาดออกไป เนื่องจากการไหวตัวของเปลือกโลก หรือการกัดเซาะของคลื่นและกระแสน้ำ หรือการกระทำของตัวกระทำอื่น ๆ เกาะประเภทนี้มักจะตั้งอยู่ในเขตน้ำตื้น และอยู่ไม่ไกลจากผืนแผ่นดินใหญ่มากนัก ตัวอย่างเช่น หมู่เกาะญี่ปุ่น กลุ่มเกาะมลายู หมู่เกาะบริติช เป็นต้น เนื่องจากเคยเป็นส่วนหนึ่งของผืนแผ่นดินใหญ่มาก่อน ฉะนั้นเกาะประเภทนี้ จึงมักจะมีภาวะภูมิศาสตร์ด้านธรณีวิทยา พืชและสัตว์ คล้ายคลึงกับทวีปที่อยู่ใกล้เคียง สำหรับเกาะต่างๆที่มีอยู่ในประเทศไทย ก็จัดอยู่ในประเภทนี้

ข. **เกาะกลางสมุทร (Oceanic Islands)** เป็นเกาะที่อยู่ห่างจากผืนแผ่นดินใหญ่ และมักตั้งอยู่ในเขตน้ำลึก มี ๒ ชนิดคือ ชนิดหนึ่งเป็น **เกาะที่เกิดจากภูเขาไฟ (Volcanic Islands)** และอีกชนิดหนึ่งเป็น **เกาะที่เกิดจากหินปะการัง (Coral Islands)**

เกาะที่เกิดจากภูเขาไฟนั้น เนื่องมาจากการระเบิดผลักดันหินละลายจากใต้ท้องทะเล ขึ้นมาทับถมกันจนสูงขึ้นเหนือพื้นน้ำ กลายเป็นเกาะ ตัวอย่างเช่น เกาะ เซนต์ เฮเลนา ในมหาสมุทรแอตแลนติก หมู่เกาะฮาวาย ในมหาสมุทรแปซิฟิก เป็นต้น ส่วนเกาะที่เกิดจากหินปะการัง เกิดจากซากตัวปะการังใน

ทะเลทับถมซับซ้อนกันเป็นเวลานาน กลายเป็นเกาะโผล่พ้นขึ้นเหนือพื้นน้ำ มักมีลักษณะเป็นวงโค้งเรียงรายกันเป็นรูปวงแหวน มีเขตน้ำตื้นอยู่ตรงกลาง เป็นเกาะปะการังชนิดที่เรียกชื่อว่า **อะทอลล์ (Atoll)** เกาะปะการังต่าง ๆ มีพบอยู่เฉพาะในเขตอากาศร้อน ซึ่งอุณหภูมิของน้ำทะเลโดยเฉลี่ยประมาณ ๒๐ องศาเซนติเกรด ในทะเลอากาศหนาวเย็น ตัวปะการังมีชีวิตอยู่ไม่ได้ เขตที่เกิดมีเกาะปะการังอยู่มากมักพบอยู่ในทะเลและมหาสมุทร ในช่วงละติจูดที่ ๓๐ องศาเหนือ ถึง ๓๐ องศาใต้ โดยเฉพาะทางด้านตะวันออกของมหาสมุทร ซึ่งเป็นเขตที่มีกระแสน้ำอุ่นไหลผ่าน ในมหาสมุทรอินเดีย มหาสมุทรแปซิฟิก และทะเลแคริบเบียน มีเกาะปะการังอยู่มาก ตัวอย่างเช่น หมู่เกาะโคคอส **(Cocos Islands)** ในมหาสมุทรอินเดีย เกาะเวก **(Wake Island)** ในมหาสมุทรแปซิฟิก และเกาะบาร์เบโดส **(Barbados Island)** ในทะเลแคริบเบียน เป็นต้น

๖. **ชายฝั่งทะเล** ชายฝั่งทะเลในที่ต่าง ๆ นั้น มีลักษณะไม่เหมือนกัน บางแห่งก็มีลักษณะเว้าแหว่งมาก บางแห่งก็ไม่ค่อยเว้าแหว่งนัก บางแห่งมีน้ำตื้นมีหาดกว้าง แต่บางแห่งมีน้ำลึกมีเกาะและโขดหินริมฝั่งมาก การที่ฝั่งทะเลมีลักษณะต่าง ๆ นั้นขึ้นอยู่กับปัจจัย ๓ ประการ คือ ประการแรกขึ้นอยู่กับการเคลื่อนไหวของเปลือกโลก ที่ทำให้ฝั่งทะเลส่วนนั้นถูกยกสูงขึ้น หรือทรุดต่ำลงไป ประการที่สองขึ้นอยู่กับการกระทำของคลื่น กระแสน้ำ และตัวกระทำอื่นๆ และประการที่สามขึ้นอยู่กับชนิดและการวางตัวของหินเปลือกโลกที่ชายฝั่งทะเลนั้น

จากลักษณะของชายฝั่งทะเล อาจแบ่งออกได้เป็นประเภทต่าง ๆ คือ

ก. **ฝั่งทะเลที่เกิดจากการทรุดต่ำลงของพื้นผิวโลก** ในบางแห่งเปลือกโลกทรุดต่ำลง ทำให้น้ำทะเลไหลเข้ามาท่วมบริเวณซึ่งเดิมเป็นที่ราบชายฝั่ง ลักษณะของฝั่งทะเลชนิดนี้มักมีอ่าวน้ำลึกอยู่มาก และมีเกาะตามริมชายฝั่ง ฝั่งทะเลประเภทนี้เรียกว่า **ฝั่งทะเลแบบรีอา (Ria Shorelines)** อย่างเช่นทางด้านตะวันตกของแหลมไทย แถบจังหวัดระนอง พังงา กระบี่ ตรัง เป็นต้น

ข. **ฝั่งทะเลที่เกิดจากการกัดเซาะของคลื่น** ในเขตที่ชายฝั่งถูกคลื่นเซาะทำลายตลอดเวลา จะทำให้ชายฝั่งมีลักษณะเป็นหน้าผาสูง และบางทีก็มีโขดหินปรากฏอยู่ในระยะใกล้ ๆ กับชายฝั่ง

ค. **ฝั่งทะเลที่เกิดจากการทับถมของโคลนตะกอน** ในเขตที่เป็นที่กำบังลม เช่น อ่าว ซึ่งคลื่นมีกำลังแรงไม่มากนัก จะมีกรวดทรายโคลนตะกอนที่คลื่นได้กัดเซาะมาจากที่อื่น ถูกนำพามาทับถมกันที่นั้น ทำให้เกิดเป็นหาดทราย และบางทีก็เกิดมีหาดขึ้นที่นอกฝั่ง ทำให้มีเขตน้ำตื้นอยู่ตรงกลางระหว่างหาดทรายนอกฝั่งกับชายฝั่งทะเล ซึ่งเรียกเขตน้ำตื้นนั้นว่า ลากูน (Lagoon)

ง. **ฝั่งทะเลที่เกิดจากการกระทำของธารน้ำแข็ง** ในเขตภูเขาริมฝั่งทะเลซึ่งเคยถูกน้ำแข็งปกคลุมมาก่อน เมื่อน้ำแข็งละลายหมดไปแล้ว หุบเขาซึ่งถูกน้ำแข็งกัดเซาะไว้นั้น จะถูกน้ำทะเลไหลท่วมเข้ามา ทำให้เกิดเป็นอ่าวมีน้ำลึกมาก และมีลักษณะเป็นรูปยาวแคบ ๆ ลึกเข้าไปในพื้นแผ่นดินเป็นระยะทางไกล ๆ ซึ่งเรียกว่า ฟยอร์ด ฝั่งทะเลที่มีฟยอร์ดอยู่เป็นจำนวนมากจะมีลักษณะเว้าแหว่งมากกว่าปกติธรรมดา ซึ่งเรียกว่า **ฝั่งทะเลแบบฟยอร์ด (Fjord Shorelines)** ตัวอย่างเช่น ฝั่งทะเลของประเทศนอรเว และประเทศนิวซีแลนด์ เป็นต้น

จ. **ฝั่งทะเลที่เกิดจากการทับถมของซากปะการัง (Coral-reef Shorelines)** ในเขตทะเลเมืองร้อนที่อุณหภูมิของน้ำโดยเฉลี่ยประมาณ ๒๐° ซ. และมีน้ำใสเหมาะกับการเจริญเติบโตของตัวปะการัง บางแห่งก็จะเกิดมีซากปะการังทับถมกันเป็นโขดหินสูงขึ้นมาเหนือพื้นน้ำ ถ้าหากโขดปะการังนี้อยู่ติดต่อกับฝั่ง ก็เรียกว่า **หาดปะการัง (Fringing reefs)** แต่ถ้าอยู่ห่างออกไปเล็กน้อยและมีพื้นน้ำคั่นอยู่ ก็เรียกว่า **เทือกปะการังใกล้ฝั่ง (Barrier Reefs)** ตัวอย่างของเทือกปะการังใกล้ฝั่งที่มีชื่อเสียงมาก ก็ได้แก่ เกรต แบเรีย รีฟ **(Great Barrier Reefs)** ทางชายฝั่งตะวันออกของรัฐควีนสแลนด์ในทวีปออสเตรเลีย ซึ่งมีความยาวถึง ๒,๐๐๐ กิโลเมตร หาดปะการังและเทือกปะการังใกล้ฝั่งนี้แตกต่างจากเกาะปะการังที่เรียกชื่อว่า อะทอลล์ **(Atoll)** เพราะเกาะปะการังอะทอลล์นั้นเกิดขึ้นในมหาสมุทร และอยู่ห่างจากฝั่งมาก

บทที่ ๔ น้ำในมหาสมุทร

มหาสมุทรต่าง ๆ มหาสมุทรคือบริเวณพื้นน้ำอันกว้างใหญ่ที่ปกคลุมพื้นผิวโลก และอยู่ระหว่างทวีปต่าง ๆ ประกอบด้วยมหาสมุทร ๔ แห่ง*ด้วยกันคือ

๑. **มหาสมุทรอินเดีย (Indian Ocean)** ตั้งอยู่ระหว่างทวีปแอฟริกา ทวีปเอเชีย ทวีปออสเตรเลีย และทวีปแอนตาร์กติกา มีเนื้อที่ ๔๔ ล้านตารางกิโลเมตร บริเวณที่มีความลึกที่สุดของมหาสมุทรนี้ อยู่ทางตอนใต้ของเกาะชวาห่างจากฝั่งประมาณ ๓๐๐ กิโลเมตร มีความลึก ๗,๔๔๙ เมตร (๒๔,๔๔๐ ฟุต)

๒. **มหาสมุทรแปซิฟิก (Pacific Ocean)** ตั้งอยู่ระหว่างทวีปเอเชียและทวีปออสเตรเลีย กับทวีปอเมริกาเหนือและทวีปอเมริกาใต้ ทางตอนใต้อยู่ติดต่อกับทวีปแอนตาร์กติกา มีเนื้อที่ ๑๔๓ ล้านตารางกิโลเมตร หรือประมาณ ⅔ ของเนื้อที่บนพื้นผิวโลก นับเป็นมหาสมุทรที่มีอาณาเขตกว้างใหญ่มากที่สุดและมีความลึกมากที่สุดด้วย บริเวณที่ลึกที่สุดของมหาสมุทรนี้เท่าที่ทราบคือเหวทะเลมาเรียนา (Mariana Trench) อยู่ทางตะวันออกเฉียงใต้ของเกาะกวมลึก ๑๑,๐๓๕ เมตร (๓๖,๒๐๔ ฟุต)

เนื่องจากมหาสมุทรแปซิฟิก มีทั้งส่วนที่อยู่เหนือศูนย์สูตร และส่วนที่อยู่ใต้ศูนย์สูตร จึงนิยมแบ่งมหาสมุทรนี้ออกเป็น ๒ ส่วน คือส่วนที่อยู่เหนือศูนย์สูตรเรียกชื่อว่า มหาสมุทรแปซิฟิกเหนือ (North Pacific Ocean) และส่วนที่อยู่ใต้ศูนย์สูตรเรียกชื่อว่า มหาสมุทรแปซิฟิกใต้ (South Pacific Ocean)

๓. **มหาสมุทรแอตแลนติก (Atlantic Ocean)** ตั้งอยู่ระหว่างทวีปยุโรปและทวีปแอฟริกา กับทวีปอเมริกาเหนือและทวีปอเมริกาใต้ และทางใต้ติดต่อกับทวีปแอนตาร์กติกา มีเนื้อที่ ๘๒ ล้านตารางกิโลเมตร ส่วนที่ลึกที่สุดของมหาสมุทรนี้อยู่ที่เหวทะเลมิลวอคี (Milwaukee Deep) ทางตะวันออกเฉียงเหนือของเกาะฮิสแปนิโอลา ลึก ๙,๒๑๙ เมตร (๓๐,๒๔๖ ฟุต) มหาสมุทรแอตแลนติกแบ่งออกเป็น ๒ ส่วน เช่นเดียวกับมหาสมุทรแปซิฟิก ส่วนที่อยู่เหนือศูนย์สูตร

---

* ในที่บางแห่ง นับแอนตาร์กติก เป็นมหาสมุทรด้วย จึงรวมเป็น ๕ แห่ง แต่ที่ถูกต้องนั้นแอนตาร์กติกไม่นับเป็นชื่อของมหาสมุทร

เรียกชื่อว่า มหาสมุทรแอตแลนติกเหนือ และส่วนที่อยู่ใต้ศูนย์สูตร เรียกชื่อว่า มหาสมุทรแอตแลนติกใต้

๔. **มหาสมุทรอาร์กติก (Arctic Ocean)** ตั้งอยู่แถบขั้วโลกเหนือ ระหว่างฝั่งภาคเหนือของทวีปยุโรป ทวีปเอเชีย และทวีปอเมริกาเหนือ มีเนื้อที่ ๑๔ ล้านตารางกิโลเมตร เป็นมหาสมุทรที่ได้รับการสำรวจน้อยที่สุด เพราะส่วนใหญ่เป็นน้ำแข็งเกือบตลอดทั้งปี

ทะเลชนิดต่าง ๆ ทะเลคือพื้นน้ำที่ไม่กว้างใหญ่มากนัก และเป็นส่วนหนึ่งของมหาสมุทร นอกจากจะเป็นทะเลปิดที่อาจจะอยู่เข้ามาภายในพื้นแผ่นดินไม่ติดต่อกับมหาสมุทรใด ๆ ทะเลต่าง ๆ ที่มีอยู่ในโลกนั้นมีอยู่ประมาณ ๕๐ ชื่อ และแบ่งออกได้เป็น ๓ ประเภท คือ ทะเลเปิด ทะเลภายใน และทะเลปิด

ก. **ทะเลเปิด (Open Sea)** คือทะเลซึ่งอยู่ติดต่อกับมหาสมุทรหนึ่งมหาสมุทรใด โดยไม่มีผืนแผ่นดินกั้น และไม่สามารถกำหนดขอบเขตของทะเลนั้น ๆ ให้เห็นได้ชัดเจนว่า ตั้งต้นที่ใด และสิ้นสุดที่ใด ตัวอย่างที่สำคัญของทะเลประเภทนี้ก็ได้แก่ ทะเลจีน ทะเลอาหรับ ทะเลเหนือ เป็นต้น เป็นประเภทของทะเลที่มีจำนวนอยู่มากที่สุด

ข. **ทะเลภายใน (Partially Enclosed Sea)** คือทะเลที่อยู่เข้ามาภายในพื้นแผ่นดิน แต่มีทางติดต่อกับทะเลอื่นหรือมหาสมุทรหนึ่งมหาสมุทรใด โดยอาศัยช่องแคบหรือทางน้ำที่ไม่ใหญ่นัก ลักษณะของทะเลเช่นนี้สามารถกำหนดขอบเขตได้ง่าย เพราะมีแผ่นดินล้อมรอบเกือบหมด ตัวอย่างของทะเลภายในที่สำคัญก็ได้แก่ทะเลเมดิเตอร์เรเนียน ซึ่งติดต่อกับมหาสมุทรแอตแลนติกโดยช่องแคบยิบรอลตาร์ ทะเลดำซึ่งอยู่ติดต่อกับทะเลเมดิเตอร์เรเนียนโดยช่องแคบบอสฟอรัส และช่องแคบดาร์ดะเนลส์ ทะเลบอลติก ซึ่งอยู่ติดต่อกับทะเลเหนือโดยช่องสกาเจอร์รัก และช่องคัตเตกัต เป็นต้น

ค. **ทะเลปิด (Island Sea)** คือทะเลที่อยู่เข้ามาภายในพื้นแผ่นดิน และมีแผ่นดินล้อมรอบ ไม่มีทางติดต่อกับทะเลหรือมหาสมุทรอื่นใดเลย ตัวอย่างเช่น ทะเลเดดซี ทะเลแคสเบียน ทะเลอารัล ทะเลชนิดนี้ความจริงก็เป็นทะเล

สาบนั่นเอง แต่เป็นทะเลสาบประเภทที่เกิดขึ้นเนื่องจากการไหวตัวของเปลือกโลก และมีขนาดใหญ่ หรือมีความลึกมาก จึงเรียกเป็นทะเลด้วย

ส่วนผสมของน้ำทะเล น้ำทะเลแตกต่างจากน้ำในแม่น้ำลำคลอง โดยที่มีสารต่าง ๆ ผสมอยู่ด้วยเป็นจำนวนมาก จนทำให้เกิดมีรสเค็ม สารผสมส่วนใหญ่ เป็นสารจำพวกเกลือ ที่ถูกชะล้างมาจากพื้นแผ่นดินในทวีปเป็นเวลานาน และสะสมกันในท้องทะเลจนมีปริมาณมาก นอกจากเกลือก็มีแร่อย่างอื่น ๆ รวมทั้งก๊าซ และอินทรียวัตถุด้วย

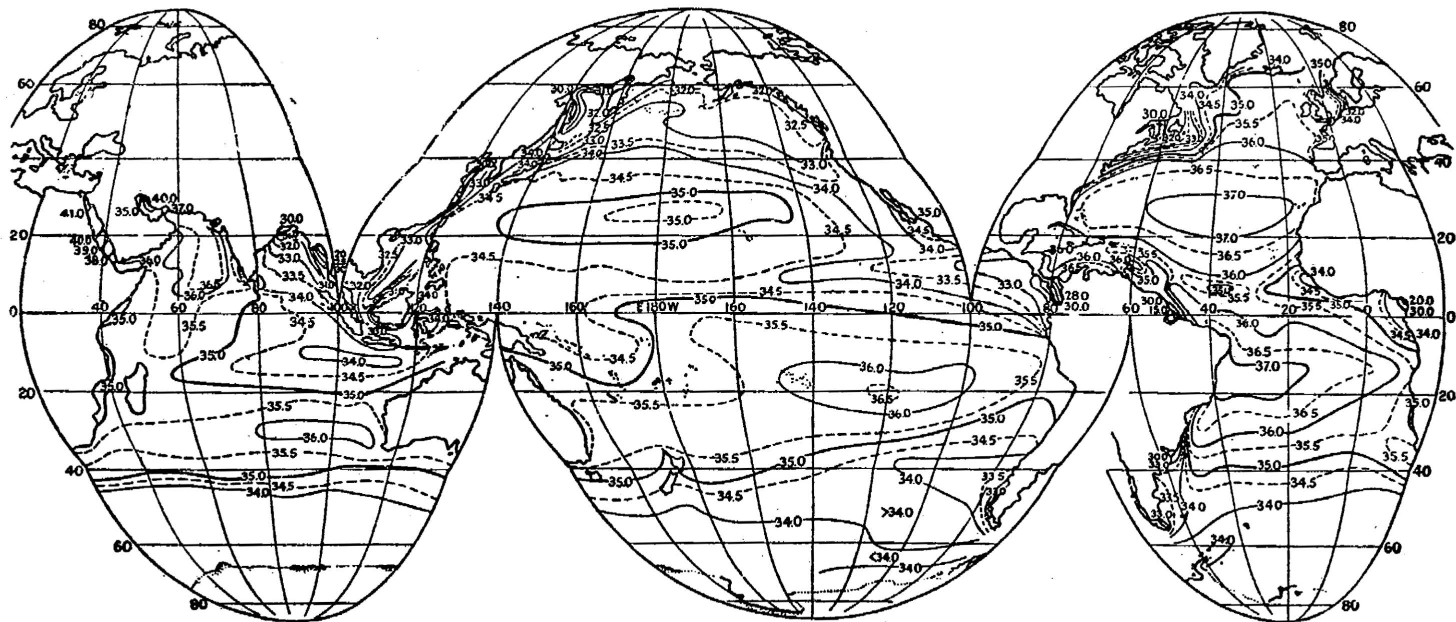
สารต่าง ๆ ที่ผสมอยู่ในน้ำทะเลนั้น ปรากฏอยู่ในลักษณะของสารละลาย หรือก๊าซ หรือโคลนตะกอนละเอียดที่แขวนลอยอยู่ในน้ำ

ก. **สารละลาย** สารต่าง ๆ ที่ละลายอยู่ในน้ำทะเล ประกอบขึ้นด้วยธาตุต่าง ๆ เท่าที่ทราบมีอยู่ ๔๔ ชนิดด้วยกัน เรียงตามลำดับความสำคัญก็ได้แก่ คลอรีน โซเดียม มักนีเซียม กำมะถัน แคลเซียม โปตัสเซียม โบรไมน์ และคาร์บอน นอกจากนี้ก็เป็นธาตุอื่น ๆ รวมทั้งธาตุโลหะ เช่น ทองแดง ตะกั่ว สังกะสี เหล็ก ดีบุก และทองคำ แต่แร่โลหะเหล่านี้มีปริมาณน้อยมาก เมื่อเทียบกับปริมาตรของน้ำทะเล อย่างเช่นน้ำทะเลหนักหนึ่งกิโลกรัม จะมีทองคำเป็นสารละลายอยู่เพียง ๐.๐๐๐๐๐๖ มิลลิกรัม หรือหนึ่งในพันล้านส่วนเท่านั้นเอง

ข. **ก๊าซ** ก๊าซที่ผสมอยู่ในน้ำทะเล มีอยู่ ๖ ชนิด คือ ไฮโดรเจน ออกซิเจน ไนโตรเจน นีออน ฮีเลียม และอาร์กอน แต่ที่มากที่สุดคือ ไฮโดรเจน และออกซิเจน

ค. **โคลนตะกอนละเอียด** เกิดจากธาตุอินทรียวัตถุที่เน่าเปื่อย แตกสลายเป็นอนุภาคเล็ก ๆ ปะปนอยู่ในน้ำทะเล ซากอินทรียวัตถุเหล่านี้ได้มาจากพืช หรือสัตว์ที่เคยมีชีวิตอยู่ในทะเล หรือเคยมีชีวิตอยู่บนพื้นแผ่นดิน แต่ถูกแม่น้ำลำธารพัดพามาสู่ทะเล นอกจากนี้ยังมีโคลนตะกอนที่เกิดจากการแตกสลายผุพังของหินเปลือกโลก ซึ่งถูกแม่น้ำลำธาร คลื่นและกระแสน้ำนำพามาผสมอยู่ในน้ำทะเลด้วย

ความเค็มของน้ำทะเล ความเค็มของน้ำทะเลขึ้นอยู่กับปริมาณของสารละลายจำพวกเกลือที่ผสมอยู่ในน้ำทะเลนั้น ซึ่งนิยมคิดเป็นอัตราพันละ (๐/๐๐)



ความเค็มของน้ำทะเลในส่วนต่าง ๆ ของโลก คิดเป็นอัตราพันละ ให้สังเกตว่าบริเวณฮอร์สละติจูด (ละติจูด ๓๐°)
น้ำทะเลมีความเค็มมากกว่าที่ศูนย์สูตร และทขั้วโลก

อย่างเช่นความเค็มโดยเฉลี่ยของน้ำทะเลตามปกติเท่ากับ ๓๕°/๐๐ หรือพันละ ๓๕ หมายความว่าน้ำทะเลหนัก ๑,๐๐๐ กรัม จะมีเกลือละลายอยู่ ๓๕ กรัม และในจำนวนเกลือหนัก ๓๕ กรัมนั้น ประกอบด้วยสารต่าง ๆ ดังนี้ คือ

โซเดียมคลอไรด์	๒๓ กรัม
มักนีเซียมคลอไรด์	๕ กรัม
โซเดียมซัลเฟต	๔ กรัม
แคลเซียมคลอไรด์	๑ กรัม
โปตัสเซียมคลอไรด์	๐.๗ กรัม

รวมกับสารอื่น ๆ อีกเล็กน้อยเป็น ๓๕ กรัม

แต่ความเค็มของน้ำทะเลจะมีไม่เท่ากันในที่ต่าง ๆ ดังจะเห็นได้ว่าทะเลบางแห่งมีน้ำเค็มจัด บางแห่งก็มีน้ำเค็มน้อย ทั้งนี้ความเค็มของน้ำทะเลจะมีมากหรือน้อย ย่อมขึ้นอยู่กับปัจจัย ๓ ประการ คือ

๑. ปริมาณน้ำจืดที่ได้รับจากแม่น้ำลำธาร ฝน หรือน้ำแข็ง และหิมะละลายไหลลงทะเลนั้น

๒. อัตราความเร็วในการระเหยตัวของน้ำทะเล

๓. การผสมกันของน้ำทะเลที่มีความเค็มแตกต่างกัน

ในมหาสมุทรและทะเลเปิด น้ำทะเลไหลวนเวียนถ่ายเทได้สะดวกกว่าทะเลภายในและทะเลปิด ความเค็มของน้ำทะเลจึงไม่ค่อยแตกต่างกันแต่ละแห่งมากนัก แต่ก็ยังคงแตกต่างกันบ้างเล็กน้อย ระหว่างทะเลแถบขั้วโลกซึ่งมีอากาศหนาวจัด แถบฮอร์สละติจูดซึ่งมีฝนตกน้อย และแถบศูนย์สูตรซึ่งมีอากาศร้อนชื้น ดังจะเห็นได้จากแผนที่แสดงอัตราความเค็มของน้ำทะเลในส่วนต่าง ๆ ของโลก ว่าน้ำทะเลในแถบศูนย์สูตรและแถบขั้วโลกนั้นส่วนมากมีความเค็มน้อยกว่าบริเวณแถบฮอร์สละติจูด (ละติจูด ๓๐ องศา) ทั้งนี้เนื่องจากเหตุผลดังต่อไปนี้ คือ

ก. ทะเลแถบขั้วโลกมีอากาศหนาว จึงมีการระเหยตัวน้อย และยังได้รับน้ำจืดจากน้ำแข็งและหิมะที่ละลายเป็นจำนวนมากด้วย

ข. ทะเลแถบศูนย์สูตร แม้จะมีอากาศร้อน การระเหยตัวมีมาก แต่ก็มี

ฝนตกชุก จึงได้รับน้ำจืดจากน้ำฝน และแม่น้ำลำธารสายใหญ่ ๆ ที่มีอยู่เป็นจำนวนมาก

ค. ทะเลแถบฮอร์สละติจูด อยู่ในเขตอากาศแห้งแล้ง มีฝนตกน้อย แต่มีการระเหยตัวมาก และไม่ค่อยได้รับน้ำจืดจากน้ำฝนและแม่น้ำลำธารมากนัก

ที่กล่าวมาข้างต้นนี้ เป็นทะเลเปิดและมหาสมุทร ซึ่งมีความเค็มของน้ำไม่ค่อยแตกต่างกันมาก แต่สำหรับทะเลปิดนั้น ความเค็มของน้ำทะเลจะแตกต่างกันอย่างมากจนเห็นได้ชัดเจน ตัวอย่างเช่นทะเลบอลติกน้ำเกือบจะเป็นน้ำจืด แต่ทะเลแดงน้ำจะเค็มจัด การที่มีความเค็มแตกต่างกันมากก็เนื่องจากว่าทะเลภายในและทะเลปิดนั้น น้ำมีการหมุนวนเวียนถ่ายเทได้น้อย ฉะนั้นถ้าหากได้รับน้ำจืดมาก ก็จะทำให้น้ำมีความเค็มน้อยกว่าน้ำในทะเลเปิดหรือมหาสมุทร แต่ถ้าได้รับน้ำจืดน้อย ก็จะทำให้เกลือสะสมกันมาก โดยไม่มีโอกาสได้ระบายออกไปสู่ทะเล หรือมหาสมุทรภายนอก หรือระบายออกได้แต่เพียงเล็กน้อย ด้วยเหตุนี้จึงปรากฏว่า น้ำในทะเลเดดซีมีความเค็มมากถึง ๒๓๗.๕°/๐๐ หรือประมาณ ๗ เท่าของความเค็มของน้ำทะเลโดยเฉลี่ย เพราะน้ำในทะเลเดดซีมีการระเหยตัวมาก แต่ได้รับน้ำจืดน้อยและยังไม่มีทางติดต่อกับทะเลภายนอกด้วย

การผสมกันของน้ำทะเลที่มีความเค็มไม่เท่ากัน ก็มีผลในการทำให้น้ำทะเลมีความเค็มแตกต่างกันได้ ตัวอย่างเช่น น้ำในทะเลเมดิเตอร์เรเนียนปรากฏว่าทางด้านตะวันตกใกล้กับช่องแคบยิบรอลตาร์ น้ำมีความเค็มน้อยกว่าทางด้านตะวันออก คือด้านที่อยู่ติดกับชายฝั่งทวีปเอเชีย กล่าวคือ ที่ช่องแคบยิบรอลตาร์ความเค็มของน้ำเท่ากับ ๓๖.๕°/๐๐ แต่ที่ชายฝั่งทวีปเอเชียความเค็มเพิ่มขึ้นเป็น ๓๙°/๐๐ ที่แตกต่างกันเช่นนี้ก็เนื่องจากว่า ทางด้านตะวันตกของทะเล มีน้ำจากมหาสมุทรแอตแลนติกเข้ามาผสมด้วย ความเค็มจึงใกล้เคียงกับน้ำในมหาสมุทร แต่ถัดมาทางตะวันออกนั้น การผสมกันของน้ำทะเลมีลดน้อยลง ความเค็มจึงเพิ่มมากขึ้น

ความแน่นของน้ำทะเล น้ำทะเลมีความแน่นมากกว่าน้ำจืด ถ้าน้ำจืดที่บริสุทธิ์มีความแน่น ๑.๐๐๐ น้ำทะเลจะมีความแน่นตั้งแต่ ๑.๐๒๗ ถึง ๑.๐๒๘ การที่น้ำทะเลจะมีความแน่นมากหรือน้อยนั้น ขึ้นอยู่กับความเค็มและอุณหภูมิของน้ำ

ทะเลนั้นเป็นสำคัญ กล่าวคือ น้ำทะเลยิ่งมีความเค็มมากขึ้นเท่าใด ก็จะเพิ่มความแน่นมากขึ้น และถ้าน้ำทะเลมีอุณหภูมิต่ำ ก็จะมีความแน่นสูงกว่าน้ำทะเลที่มีอุณหภูมิสูง

การที่น้ำทะเลมีความแน่นแตกต่างกัน เป็นผลสำคัญที่ทำให้เกิดการหมุนวนเวียนของน้ำทะเลในทางลึก เพราะถ้าน้ำทะเลที่พื้นผิวน้ำมีความแน่นมากขึ้นเนื่องจากการระเหยตัวและการเย็นตัวลง ก็จะจมตัวลงสู่เบื้องล่างไปแทนที่น้ำในระดับลึกกว่าที่ความแน่นน้อย และเปิดที่ให้น้ำในระดับชั้นล่างไหลวนเวียนขึ้นมาข้างบน เป็นลักษณะการวนเวียนของน้ำทะเลทำนองเดียวกับอากาศ ซึ่งลอยตัวขึ้นสูงหรือจมตัวต่ำลง เพราะมีความแน่นไม่เท่ากัน

การที่น้ำทะเลมีความแน่นมากกว่าน้ำจืด และมีเกลือละลายผสมอยู่มาก ทำให้น้ำทะเลแข็งตัวในอุณหภูมิที่ต่ำกว่าจุดเยือกแข็งของน้ำบริสุทธิ์ คือจะแข็งตัวเมื่ออุณหภูมิลดลงถึง –๒° เซนติเกรด (๒๘.๕° ฟาเรนไฮท์)

แสงสว่างในทะเล แสงสว่างที่ส่องผ่านพื้นผิวน้ำทะเลลงไปนั้น โดยเฉลี่ยจะลงไปได้ในระดับความลึกประมาณไม่เกิน ๒๐๐ เมตร ลึกกว่านั้นลงไปจะมีแต่ความมืดมิดทั่วไป แสงสว่างในน้ำทะเลมีความสำคัญต่อพืชและสัตว์อย่างมาก และจะเห็นได้ว่าในเขตน้ำลึกที่ขาดแสงสว่างหรือมีแสงสว่างน้อยมากนั้นสัตว์น้ำมีอยู่อาศัยเพียงเล็กน้อย และส่วนใหญ่ก็จะมีรูปร่างแปลกไปกว่าปลาธรรมดาที่อยู่อาศัยในเขตที่แสงสว่างพอเพียง

อุณหภูมิของน้ำทะเล อุณหภูมิของน้ำทะเลแตกต่างกันทั้งที่พื้นผิวน้ำและในระดับความลึกลงไป ความแตกต่างกันของอุณหภูมิของน้ำทะเลขึ้นอยู่กับปริมาณความร้อนที่ได้รับจากแสงอาทิตย์ที่พื้นผิวน้ำ และกระแสน้ำในมหาสมุทรที่ไหลวนเวียนนำความร้อนแผ่กระจายออกไป

ก. **อุณหภูมิที่พื้นผิวน้ำ** เนื่องจากความร้อนที่โลกได้รับจากแสงอาทิตย์มีปริมาณแตกต่างกันตามละติจูด ฉะนั้นในเขตใกล้เคียงศูนย์สูตร พื้นผิวน้ำจึงได้รับความร้อนจากแสงอาทิตย์มากกว่าในเขตที่อยู่ใกล้ไปทางขั้วโลก อุณหภูมิของน้ำทะเลที่พื้นผิวน้ำ จึงมีสูงที่สุดที่ศูนย์สูตร และต่ำที่สุดที่แถบขั้วโลก คือโดยเฉลี่ยน้ำทะเลในเขตศูนย์สูตรจะมีอุณหภูมิสูงประมาณ ๒๕° ถึง ๒๗° ซ. และ

ที่แถบขั้วโลกประมาณ ๐° ซ. ถึง –๒° ซ. แต่โดยทั่วไปแล้วในซีกโลกภาคใต้ น้ำทะเลมีอุณหภูมิต่ำกว่าในซีกโลกภาคเหนือ อย่างเช่นในมหาสมุทรแอตแลนติก ที่ละติจูด ๗๐° เหนือ น้ำทะเลที่พื้นผิวมีอุณหภูมิ ๕.๖° ซ. แต่ที่ละติจูด ๗๐° ใต้ มีอุณหภูมิเพียง –๑.๓° ซ.

การที่อุณหภูมิที่พื้นผิวน้ำมีไม่เท่ากัน นอกจากจะเป็นเพราะได้รับความร้อนจากแสงอาทิตย์แตกต่างกันแล้ว ยังเนื่องจากอิทธิพลของกระแสน้ำในมหาสมุทรและลมที่พัดผ่านเหนือพื้นน้ำด้วย กระแสน้ำอุ่นที่ไหลจากเขตศูนย์สูตรไปยังเขตอากาศหนาวแถบขั้วโลกจะทำให้อุณหภูมิของน้ำทะเลในเขตอากาศหนาวสูงขึ้นกว่าปกติ ตรงกันข้าม ถ้าหากเป็นกระแสน้ำเย็นที่ไหลจากแถบขั้วโลกมายังเขตอากาศอบอุ่นก็จะทำให้อุณหภูมิของน้ำทะเลลดต่ำลงกว่าปกติเช่นกัน ตัวอย่างเช่น กระแสน้ำอุ่นนอรเว ซึ่งไหลต่อจากกระแสน้ำอุ่นกัลฟ์สตรีมไปตามชายฝั่งของประเทศนอรเว ทำให้น้ำทะเลแถบนั้นไม่แข็งตัวในฤดูหนาว ผิดกับทางชายฝั่งของประเทศแคนาดา ซึ่งมีกระแสน้ำเย็นแลบราดอร์ไหลเลียบชายฝั่งตะวันออก น้ำทะเลมีอุณหภูมิลดต่ำมากถึงขีดเยือกแข็งในฤดูหนาว กระแสลมที่พัดผ่านเหนือพื้นน้ำก็มีผลในการทำให้อุณหภูมิของผิวน้ำสูงขึ้นหรือต่ำลงได้ด้วยเช่นกัน อย่างเช่นในมหาสมุทรรอบ ๆ ทวีปแอนตาร์กติกา มีอุณหภูมิของน้ำทะเลลดต่ำมาก เพราะได้รับอิทธิพลของลมหนาวที่พัดออกมาจากทวีปที่มีน้ำแข็งปกคลุมอยู่ตลอดทั้งปี

ข. **อุณหภูมิของน้ำตามระดับความลึก** ในมหาสมุทรและทะเลเปิดที่น้ำไหลวนเวียนได้สะดวก อุณหภูมิของน้ำทะเลจะค่อย ๆ ลดลงตามระดับความลึกตั้งแต่ผิวน้ำจนถึงก้นทะเล ในชั้นแรกอุณหภูมิจะลดลงอย่างรวดเร็ว แต่เมื่อลึกลงไปมาก อุณหภูมิจะค่อย ๆ ลดลงอย่างช้า ๆ การที่อุณหภูมิที่ผิวน้ำสูงกว่าอุณหภูมิของน้ำในระดับลึกลงไป ก็เนื่องจากผิวน้ำได้รับความร้อนจากแสงอาทิตย์มากที่สุด และความร้อนจะค่อย ๆ ลดน้อยลง เมื่อลึกลงไปในระดับความลึกมาก ๆ อุณหภูมิลดลงช้า เพราะความร้อนที่ได้รับจากแสงอาทิตย์โดยตรงไม่มี มีแต่การเคลื่อนไหววนเวียนของกระแสน้ำที่นำความร้อนจากพื้นผิวน้ำลงไปบ้างเพียงเล็กน้อยเท่านั้น

แต่การลดอุณหภูมิของน้ำทะเลตามระดับความลึก จะมีลักษณะเป็นพิเศษในบริเวณขั้วโลก กล่าวคือ ในแถบขั้วโลกซึ่งมีอากาศหนาวจัดนั้นอุณหภูมิที่พื้นผิวน้ำทะเลอาจจะลดต่ำกว่าขีดเยือกแข็ง แต่เมื่อลึกลงไปอุณหภูมิกลับเพิ่มสูงขึ้นอย่างช้า ๆ จนถึงระดับความลึกประมาณ ๔๐๐ เมตร อุณหภูมิจึงจะเริ่มลดต่ำลง แต่ไม่ว่าจะเป็นทะเลในเขตอากาศหนาวจัดหรือร้อนจัดก็ตาม ถ้าหากลึกลงไปถึงระดับประมาณ ๑,๕๐๐ เมตรจากพื้นผิวน้ำแล้ว อุณหภูมิของน้ำทะเลจะอยู่ใกล้เคียงกับ ๐° ซ. เท่ากันหมด

น้ำแข็งในทะเล น้ำแข็งในทะเลเกิดขึ้นได้ ๒ วิธี คือ วิธีหนึ่ง เมื่อน้ำในทะเลลดอุณหภูมิต่ำลงจนถึงจุดเยือกแข็ง ซึ่งเท่ากับ –๒° ซ. (๒๘.๕° ฟ.) และเกิดเป็นแผ่นน้ำแข็งปกคลุมผิวหน้าของทะเล มีความหนาไม่เกิน ๕ เมตร น้ำแข็งในทะเลชนิดนี้เรียกว่า **น้ำแข็งทะเล (Sea Ice)** อีกวิธีหนึ่ง เกิดขึ้นจากน้ำแข็งที่ปกคลุมอยู่บนเกาะหรือทวีปแถบขั้วโลก เลื่อนตัวมาถึงชายฝั่งทะเลและยื่นลงไปในน้ำทะเล ถูกน้ำทะเลกัดเซาะหรือละลาย แตกหักออกจากมวลน้ำแข็งก้อนมหึมานั้น กลายเป็นก้อนน้ำแข็งขนาดใหญ่ ๆ ลอยอยู่ในทะเล น้ำแข็งชนิดหลังนี้เรียกว่า **ภูเขาน้ำแข็ง (Iceberg)** และ **เกาะน้ำแข็ง (Ice Island)** ซึ่งมีความหนามากกว่าน้ำแข็งทะเลชนิดแรก

ก. **น้ำแข็งทะเล** มีพบเฉพาะในบริเวณแถบขั้วโลก ซึ่งอุณหภูมิของน้ำทะเลลดต่ำถึงจุดเยือกแข็ง ถ้าอุณหภูมิต่ำกว่าจุดเยือกแข็งไม่มากนัก น้ำแข็งจะปรากฏเป็นชั้นบาง ๆ มีความหนาเพียงเล็กน้อย แต่ถ้าอุณหภูมิลดต่ำมากเป็นระยะเวลานาน ๆ ความหนาของน้ำแข็งทะเลจะเพิ่มมากขึ้น แต่อย่างมากก็ไม่เกิน ๕ เมตร เนื่องจากน้ำทะเลที่อยู่ในระดับล่างยังคงรักษาความร้อนอยู่ และไม่แข็งตัว ตามปกติน้ำแข็งทะเลนี้จะไม่ติดต่อเป็นผืนเดียวกันตลอดทั้งหมด มักจะแตกแยกเป็นริ้วรอย เนื่องจากถูกกระแสน้ำหรือกระแสลมพัดพา และมีระดับสูง ๆ ต่ำ ๆ ทำให้การเดินทางข้ามไปบนน้ำแข็งทะเลเต็มไปด้วยความยากลำบาก น้ำแข็งทะเลนี้ที่ผิวหน้าจะเป็นน้ำจืด เนื่องจากในการแข็งตัวนั้น เกลือจะแยกตัวออกและจมลงไปสู่ชั้นล่าง แต่ชั้นล่างของน้ำแข็งจะมีรสเค็ม

ในบริเวณแถบขั้วโลกเหนือ มีน้ำแข็งทะเลปกคลุมอยู่ตลอดทั้งปี แต่

มีร่องน้ำที่เกิดขึ้นตามรอยแยกของแผ่นน้ำแข็งอยู่มากในฤดูร้อน ส่วนในแถบขั้วโลกใต้ซึ่งมีทวีปแอนตาร์กติกาตั้งอยู่ก็มีน้ำแข็งทะเลปกคลุมผิวพื้นน้ำทะเลรอบ ๆ ทวีปนั้น และในฤดูหนาว น้ำแข็งทะเลจะขยายอาณาเขตปกคลุมมาจนถึงประมาณละติจูดที่ ๖๐° ใต้

ข. **ภูเขาน้ำแข็งและเกาะน้ำแข็ง** ภูเขาน้ำแข็งและเกาะน้ำแข็ง เป็นน้ำแข็งที่เกิดขึ้นบนพื้นดิน แล้วต่อมาจึงไปลอยอยู่ในทะเล จึงเป็นน้ำแข็งจืดตลอดทั้งหมด และมีความหนามาก จนถึงหลาย ๆ ร้อยเมตรก็มี โดยที่มีความแน่นต่ำกว่าน้ำทะเลเพียงเล็กน้อย ฉะนั้นภูเขาน้ำแข็งจึงลอยโผล่เหนือพื้นน้ำเพียงเล็กน้อย คือประมาณ $\frac{๑}{๖}$ ของปริมาตรน้ำแข็งทั้งหมด

ภูเขาน้ำแข็งที่แตกออกมาจากธารน้ำแข็งทวีปที่เกาะกรีนแลนด์แถบขั้วโลกเหนือ และที่ทวีปแอนตาร์กติกาในแถบขั้วโลกใต้ จะลอยไปในน้ำทะเลได้เป็นระยะทางไกล ๆ เมื่อเข้าไปในบริเวณที่มีอากาศอบอุ่น น้ำแข็งจะค่อย ๆ ละลายจนกระทั่งในที่สุดภูเขาน้ำแข็งนั้นจะสลายตัวหมดไป ภูเขาน้ำแข็งที่ลอยอยู่ในมหาสมุทรแอตแลนติกเหนือ มักมีรูปร่างและขนาดแตกต่างจากที่พบในย่านแอนตาร์กติก กล่าวคือภูเขาน้ำแข็งในแอตแลนติกเหนือมักมีขนาดเล็ก และมียอดแหลม ๆ สูงพ้นระดับน้ำทะเลขึ้นมา เป็นน้ำแข็งที่แตกมาจากธารน้ำแข็งทวีปที่เกาะกรีนแลนด์ และถูกกระแสน้ำกรีนแลนด์และกระแสน้ำแลบราดอร์พัดพาลอยมาทางใต้ จนถึงบริเวณใกล้เกาะนิวฟันด์แลนด์ ส่วนภูเขาน้ำแข็งในย่านแอนตาร์กติก มักมีขนาดใหญ่มากและตอนบนมีลักษณะเป็นพื้นราบคล้ายรูปโต๊ะ อาจจะมีความหนาตั้งหลาย ๆ ร้อยเมตรก็ได้ เป็นน้ำแข็งที่แตกมาจากธารน้ำแข็งทวีปแอนตาร์กติกา ซึ่งได้เลื่อนตัวลงไปในทะเลเป็นระยะทางไกล ๆ ก่อนที่จะเกิดการแตกหักออกเป็นภูเขาน้ำแข็ง

เกาะน้ำแข็งก็มีลักษณะคล้ายภูเขาน้ำแข็งในย่านแอนตาร์กติก คือมีขนาดใหญ่มากและมีตอนบนเป็นพื้นราบ แต่เกาะน้ำแข็งนั้นมีพบอยู่เฉพาะในมหาสมุทรอาร์กติก และมีเหลืออยู่ไม่มากนัก สันนิษฐานว่าเป็นน้ำแข็งที่แตกมาจากธารน้ำแข็งทวีปที่ปกคลุมเกาะเอลส์เมียร์ (**Ellesmere Island**) ที่ละติจูด ๘๓° เหนือ

เกาะน้ำแข็งนี้ละลายตัวช้ามาก เพราะลอยอยู่ในทะเลที่มีอุณหภูมิต่ำแถบขั้วโลก ผิดกับภูเขาน้ำแข็งที่มีอายุอยู่ได้ไม่นานนัก

ในสมัยก่อน ภูเขาน้ำแข็งมีอันตรายต่อการเดินเรือในมหาสมุทรแอตแลนติกเหนืออย่างมาก เพราะเรือเดินสมุทรมักจะมองไม่เห็นภูเขาน้ำแข็งที่ลอยโผล่พ้นน้ำขึ้นมาเพียงเล็กน้อย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในตอนกลางคืน หรือเวลาที่มีหมอกลง แต่ในปัจจุบันอันตรายจากการที่เรือแล่นไปชนภูเขาน้ำแข็งมีน้อยลง เพราะมีกองเรือคอยตรวจตราภูเขาน้ำแข็ง เมื่อพบก็ส่งวิทยุแจ้งให้เรือที่แล่นอยู่ในทิศทางนั้นได้ทราบล่วงหน้า และเปลี่ยนเส้นทางหลีกไป

สิ่งมีชีวิตในทะเล ในท้องทะเลและมหาสมุทร มีสิ่งที่มีชีวิตอยู่เป็นจำนวนมาก และตามความเป็นจริงนั้นได้มีผู้คำนวณว่า มหาสมุทรมีเนื้อที่อยู่อาศัยสำหรับสิ่งมีชีวิตมากกว่าบนพื้นทวีปถึง ๓๐๐ เท่า ทั้งนี้เนื่องจากว่ามหาสมุทรมีเนื้อที่ปกคลุมถึง ๗๒ % ของพื้นผิวโลก และสิ่งมีชีวิตยังสามารถอยู่อาศัยได้ตั้งแต่พื้นผิวน้ำลึกลงไปจนถึงก้นมหาสมุทร ผิดกับบนพื้นทวีปซึ่งสิ่งมีชีวิตส่วนใหญ่ต้องอาศัยอยู่บนพื้นผิวดิน จะมีอยู่ในใต้ดินหรือในอากาศก็เพียงเล็กน้อย แต่สิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในท้องมหาสมุทรนั้น ยังได้รับการศึกษาอยู่น้อยมาก ผิดกับพืชและสัตว์ที่อาศัยอยู่บนพื้นดิน ทั้งนี้เนื่องจากความยากลำบากในการสำรวจและการศึกษาค้นคว้า อย่างไรก็ตาม ในอนาคตการศึกษาทางด้านสมุทรศาสตร์เกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตในท้องทะเลจะเพิ่มความสำคัญมากขึ้น เมื่อมนุษย์ต้องใช้ท้องทะเลเป็นที่ผลิตอาหารสำหรับเลี้ยงดูประชากรที่เพิ่มขึ้น

สิ่งมีชีวิตในท้องทะเล แบ่งออกได้เป็น ๓ ประเภทใหญ่ ๆ ด้วยกันคือ

๑. ประเภทที่อยู่อาศัยตามพื้นใต้ทะเล เรียกชื่อว่า **เบนทอส (Benthos)** ได้แก่พืชและสัตว์ที่มีชีวิตอยู่ที่พื้นใต้ทะเล ตั้งแต่ชายฝั่งออกไปจนถึงก้นมหาสมุทร มีสัตว์จำพวกหอย ปู ปะการัง หนอนทะเล ตลอดจนพืชจำพวกสาหร่ายทะเล ฟองน้ำ พืชและสัตว์เหล่านี้เกาะติดหรือขุดรูอยู่ตามโขดหินและโคลนตมที่ทับถมอยู่ใต้ท้องทะเล

๒. ประเภทที่ว่ายเคลื่อนที่ไปมา เรียกชื่อว่า **เนกตอน (Neckton)** ได้แก่สัตว์ที่อยู่อาศัยในน้ำทะเล และว่ายเคลื่อนที่ไปมาเพื่อหาอาหาร เช่น ปลา

ปลาหมึก ปลาวาฬ ประเภทนี้ไม่มีพืช มีแต่สัตว์อย่างเดียว

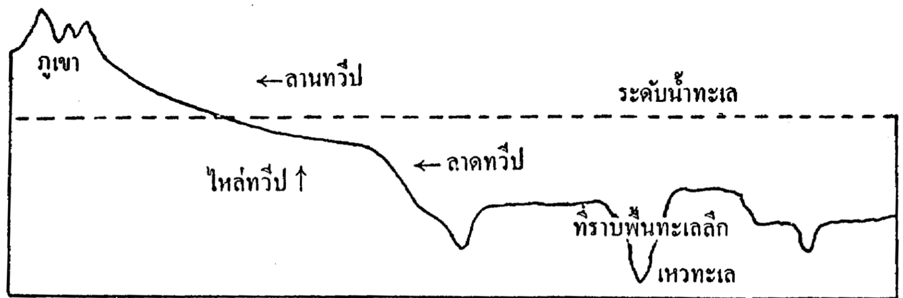
๓. **ประเภทที่ล่องลอยไปตามกระแสน้ำ** เรียกชื่อว่า **แพลงก์ตอน (Plankton)** ได้แก่พืชและสัตว์ที่มีขนาดเล็กมาก และเคลื่อนที่ไปมาตามกระแสน้ำ แบ่งออกเป็น ๒ ประเภทย่อย คือ ประเภทหนึ่งเรียกว่า **แพลงก์ตอนพืช (Phytoplankton)** เป็นพืชต่าง ๆ ที่ลอยอยู่ในน้ำทะเล เช่น ไดอาตอม (**Diatom**) และสาหร่ายซาร์กัสซัม (**Sargassum weed**) อีกประเภทหนึ่งเป็น **แพลงก์ตอนสัตว์ (Zooplankton)** ได้แก่สัตว์น้ำที่มีขนาดเล็กมาก รวมทั้งตัวอ่อนและไข่ของสิ่งมีชีวิตประเภทเบนทอสและเนกตอนด้วย

สิ่งทับถมใต้พื้นทะเล สิ่งทับถมใต้พื้นทะเลมีทั้งที่เป็นอินทรียวัตถุ เกิดจากการทับถมของซากพืชและสัตว์ และอนินทรียวัตถุซึ่งเกิดจากการทับถมของโคลนตะกอน หรือการตกตะกอนของสารแร่บางอย่าง สิ่งทับถมใต้พื้นทะเลนี้จะมีลักษณะแตกต่างกันไปตามระดับความลึกของท้องทะเล และแบ่งออกได้เป็น ๒ ประเภทใหญ่ ๆ คือ สิ่งทับถมในเขตทะเลตื้นใกล้ฝั่ง กับสิ่งทับถมในท้องทะเลลึก

ก. **สิ่งทับถมในเขตทะเลตื้นใกล้ฝั่ง** ประกอบด้วยกรวดทรายและโคลนตะกอนที่แม่น้ำลำธารและคลื่นกัดเซาะ และนำพามาทับถมกัน นอกจากนี้ยังมีซากพืชและสัตว์เป็นจำนวนมากที่ทับถมปะปนอยู่ด้วย เขตที่อยู่ใกล้ชายฝั่งโดยปกติจะมีสิ่งทับถมที่มีลักษณะหยาบ เช่นกรวดทรายหรือเศษหินอยู่เป็นจำนวนมาก และไม่ค่อยมีซากพืชและสัตว์ แต่เมื่อห่างจากชายฝั่งออกไปในบริเวณที่มีน้ำลึกมากขึ้น สิ่งทับถมจะมีลักษณะละเอียด ประกอบด้วยโคลนตะกอน และมีซากอินทรียวัตถุปะปนอยู่ด้วยมากขึ้น

ข. **สิ่งทับถมในท้องทะเลลึก** ในท้องทะเลลึกสิ่งทับถมที่มีอยู่ส่วนใหญ่เกิดจากการตกตะกอนของสารแร่ต่าง ๆ ในน้ำทะเล จากฝุ่นและเถ้าของภูเขาไฟ ตลอดจนซากของพืชและสัตว์จำนวนมาก มีขนาดละเอียดและทับถมกันในลักษณะของโคลนตมหรือดินเหนียว ถ้าหากสิ่งทับถมเกิดจากการตกตะกอนของสารแร่เป็นส่วนใหญ่ ก็จะทำให้เกิดเป็น **ดินเหนียวสีแดง (Red clay)** แต่ถ้าเป็นสิ่งทับถมที่เกิดจากอินทรียวัตถุ ก็เรียกว่า **ตมทะเลลึก** หรือ **อูซ (Ooze)**

ลักษณะของเปลือกโลกใต้ทะเล เปลือกโลกใต้ทะเลก็มีลักษณะเป็นที่สูง ๆ ต่ำ ๆ เช่นเดียวกับที่เห็นอยู่บนพื้นทวีป แต่ความต่างระดับไม่ค่อยจะปรากฏอย่างทันทีทันใด คือมีลักษณะเป็นพื้นลาดมากกว่าขรุขระ ทั้งนี้เนื่องจากในท้องทะเลและมหาสมุทรมีการทับถมอยู่มาก และไม่ค่อยมีการสึกกร่อนพังทลายเหมือนอย่างที่เป็นอยู่บนพื้นแผ่นดิน ถ้าจะแบ่งอย่างกว้าง ๆ อาจแบ่งลักษณะของเปลือกโลกใต้ทะเลออกเป็น ๔ ส่วนใหญ่ ๆ ตามระดับความลึก คือ



ไดอาแกรมแสดงส่วนต่าง ๆ ของทวีปและมหาสมุทร

ก. **ไหล่ทวีป** (**Continental Shelf**) หมายถึงส่วนของท้องทะเลตื้น นับตั้งแต่ชายฝั่งออกไป จนถึงบริเวณที่มีน้ำลึกไม่เกิน ๑๐๐ ฟาธอม (๑๘๐ เมตร) ไหล่ทวีปนี้ความจริงก็เป็นบริเวณตอนขอบของทวีปต่าง ๆ ที่เชื่อมอยู่กับใต้ท้องมหาสมุทร และมีความลาดเอียงน้อยมาก ซึ่งถ้ารวมบริเวณขอบทวีปที่อยู่เหนือระดับน้ำทะเลเข้าด้วยแล้ว ก็เรียกชื่อรวมกันว่า **ลานทวีป** (**Continental Platform**) ลานทวีปจึงประกอบด้วยส่วนของทวีปที่เป็นที่ลาดอยู่เหนือพ้นระดับน้ำทะเล และที่เป็นที่ลาดอยู่ต่ำกว่าระดับน้ำทะเล เชื่อมบริเวณที่เป็นเทือกภูเขาและที่ราบสูงในทวีป กับที่ราบลึกในท้องมหาสมุทร

ความกว้างของไหล่ทวีปมีแตกต่างกันไปแต่ละแห่ง บางทวีปก็มีไหล่ทวีปกว้างมาก อย่างเช่นทางตะวันออกเฉียงใต้ของทวีปเอเชีย ไหล่ทวีปกินอาณาเขตถึงบริเวณอ่าวไทย และตอนใต้ของทะเลจีนใต้ทั้งหมด ทางภาคตะวันตกของทวีปยุโรป ไหล่ทวีปก็กินอาณาเขตจากชายฝั่งออกไปคลุมบริเวณที่เป็นทะเลเหนือตลอดทั้งหมด แต่ทวีปอเมริกาเหนือทางด้านฝั่งแปซิฟิก มีไหล่ทวีปแคบ

มาก เพราะพื้นทะเลลาดชันอย่างรวดเร็วเมื่อห่างจากฝั่งออกไป บริเวณที่เป็นไหล่ทวีปจึงมีอาณาเขตห่างจากฝั่งโดยเฉลี่ยเพียง ๕๐ กิโลเมตรเท่านั้น

ไหล่ทวีปมีความสำคัญทางเศรษฐกิจมากกว่าส่วนอื่น ๆ ของมหาสมุทร ประการแรก คือเป็นแหล่งการประมงที่สำคัญ เพราะสัตว์น้ำชอบอาศัยอยู่ในเขตน้ำตื้นที่มีแสงสว่างและอาหารพอเพียง แหล่งจับปลาที่สำคัญ ๆ ของโลกล้วนตั้งอยู่ในไหล่ทวีปทั้งสิ้น อย่างเช่น ดอกเกอร์แบงก์ แกรนด์แบงก์ คูริลแบงก์ เป็นต้น ประการที่สอง บริเวณไหล่ทวีปยังอาจจะสำรวจหาแร่ธาตุที่นำมาใช้ประโยชน์ได้ เพราะพื้นทะเลอยู่ในระดับไม่ลึกมากนัก อย่างเช่นในขณะนี้ก็ได้มีการสำรวจค้นหาแร่น้ำมันและก๊าซธรรมชาติในท้องทะเลเหนือและได้ขุดพบแหล่งก๊าซธรรมชาติที่อาจจะนำมาใช้ประโยชน์ได้

ข. **ลาดทวีป (Continental Slope)** เป็นส่วนของท้องมหาสมุทรที่อยู่ถัดจากไหล่ทวีปออกไป พื้นมหาสมุทรส่วนนี้จะมีความลาดชันมาก และเชื่อมบริเวณที่เป็นไหล่ทวีปกับที่ราบใต้ท้องทะเลลึก เขตที่เป็นลาดทวีปโดยปกติอยู่ในระดับความลึกประมาณ ๑๘๐ เมตร ถึง ๓,๖๐๐ เมตร (๖๐๐—๑,๒๐๐๐ ฟุต)



แสดงลักษณะของพื้นมหาสมุทรแอตแลนติก ตั้งแต่อ่าวเมน (Gulf of Maine) ทางตะวันออกเฉียงเหนือของสหรัฐอเมริกา จนถึงเกาะเปอร์โตริโก ในทะเลแคริบเบียน

ค. **ที่ราบใต้ท้องทะเลลึก (Deep Sea Plain หรือ Abyssal Plain)** เป็นพื้นที่ส่วนใหญ่ของท้องมหาสมุทร อยู่ในระดับความลึกประมาณ ๓,๖๐๐ ถึง ๕,๔๐๐ เมตร (๑๒,๐๐๐ — ๑๘,๐๐๐ ฟุต) ความจริงไม่ได้เป็นที่ราบเรียบทั้งหมด มีระดับสูง ๆ ต่ำ ๆ ซึ่งบางตอนที่มีระดับสูงขึ้นมา จะมีลักษณะคล้ายเป็นที่ราบสูงที่ตั้งอยู่ใต้ท้องทะเล

ง. **เหวทะเล (Deep หรือ Trench)** เป็นส่วนที่ลึกมากของมหาสมุทร มีลักษณะเป็นร่องลึกคล้ายเหว อยู่ที่พื้นของมหาสมุทร และมีอยู่เป็นแห่ง ๆ

เหวทะเลนี้ไม่จำเป็นจะต้องอยู่กลางมหาสมุทร เท่าที่พบส่วนมากมักจะอยู่ไม่ห่างจากขอบของทวีปมากนัก และอยู่ในเขตที่เปลือกโลกยังไม่มั่นคง มีภูเขาไฟหรือแผ่นดินไหวเกิดขึ้น อย่างเช่นทางฝั่งตะวันตกของมหาสมุทรแปซิฟิก แถบหมู่เกาะญี่ปุ่น และหมู่เกาะฟิลิปปิน และในทะเลแคริบเบียน แถบหมู่เกาะอินดิสตะวันตก ที่เชื่อกันว่าเป็นเหวทะเลที่ลึกที่สุด คือ เหวทะเลมาเรียนา (Mariana Trench) ใกล้เกาะกวม ลึก ๑๑,๐๓๕ เมตร (๓๖,๒๐๔ ฟุต) รองลงมา คือ เหวทะเลมินดาเนา ใกล้เกาะมินดาเนา หมู่เกาะฟิลิปปิน ลึก ๑๐,๖๒๐ เมตร (๓๕,๔๐๐ ฟุต)

ความสำคัญของทะเลและมหาสมุทร

กล่าวอย่างกว้าง ๆ ทะเลและมหาสมุทรมีความสำคัญต่อสภาวะทางธรรมชาติและทางเศรษฐกิจ ดังต่อไปนี้คือ

ก. **อิทธิพลต่อภูมิอากาศ** เนื่องจากพื้นน้ำมีคุณสมบัติในการรับ และการคายความร้อนแตกต่างจากพื้นดิน คือรับความร้อนได้ช้ากว่า และคายความร้อนได้ช้ากว่าเช่นเดียวกัน ฉะนั้นทะเลและมหาสมุทรจึงเปลี่ยนอุณหภูมิได้ช้ากว่าพื้นแผ่นดินที่เป็นทวีป มีผลในการทำให้ชั้นของบรรยากาศที่ปกคลุมอยู่เหนือทะเลและมหาสมุทร มีความแตกต่างของอุณหภูมิน้อยกว่าที่ปกคลุมอยู่เหนือทวีป ด้วยเหตุนี้จึงกล่าวได้ว่า ทะเลและมหาสมุทรมีส่วนช่วยในการทำให้พื้นแผ่นดินที่อยู่ใกล้เคียง ได้รับการเปลี่ยนแปลงทางด้านอุณหภูมิน้อยลง แต่จะได้รับอิทธิพลมากน้อยแค่ไหนก็สุดแล้วแต่ทิศทางของลมประจำ ประเภทของกระแสน้ำ ตลอดจนลักษณะภูมิประเทศของพื้นแผ่นดินด้วย นอกจากอุณหภูมิทะเลและมหาสมุทรยังมีส่วนสำคัญในการให้ความชื้นแก่ทวีป บริเวณที่ได้รับลมประจำที่พัดจากฝั่งทะเลเข้ามา ตามปกติจึงมีความชื้นมาก และมีฝนตกมากกว่าบริเวณที่อยู่ห่างจากฝั่งทะเล การระเหยตัวของน้ำบนพื้นผิวโลกที่ต่อมาเกิดการกลั่นตัวกลายเป็นเมฆและฝนนั้น ส่วนใหญ่ก็ได้มาจากทะเลและมหาสมุทรเป็นแหล่งสำคัญ

ข. **ความสำคัญในด้านการคมนาคมขนส่ง** ในกระบวนการขนส่งประเภทต่าง ๆ ปรากฏว่าการขนส่งทางทะเลและมหาสมุทรเสียค่าใช้จ่ายน้อยกว่าการ

ขนส่งประเภทอื่น ๆ ทั้งนี้เพราะไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการสร้างเส้นทางเหมือนอย่างการขนส่งทางบก นอกจากนี้ยังสามารถบรรทุกสินค้า หรือผู้โดยสารได้คราวละมาก ๆ เนื่องจากยานพาหนะที่ใช้บรรทุกมีขนาดใหญ่ การคมนาคมขนส่งในระยะทางไกล ๆ เช่นการติดต่อระหว่างทวีป จึงได้อาศัยทะเลและมหาสมุทรเป็นเส้นทางสำคัญ

ค. **ความสำคัญในด้านทรัพยากรธรรมชาติ** ในทะเลและมหาสมุทรมีสิ่งมีค่าทางเศรษฐกิจต่าง ๆ ที่มนุษย์ได้นำมาใช้ประโยชน์ อย่างเช่นสัตว์น้ำประเภทต่าง ๆ พืชบางชนิด เกลือแร่ ในอนาคตเมื่อมนุษย์มีความเจริญทางด้านวิชาการสูงขึ้น ก็อาจจะสามารถสกัดแร่ธาตุต่าง ๆ ในน้ำทะเลมาใช้ประโยชน์ได้มากขึ้น ตลอดจนอาจจะทำการเพาะปลูกหรือเลี้ยงสัตว์ในท้องทะเลเพื่อผลิตอาหารเพิ่มขึ้น และสร้างพลังงานจากน้ำขึ้นน้ำลง หรือกระแสน้ำเพื่อนำมาใช้ในอุตสาหกรรมได้

บทที่ ๕ การเคลื่อนไหวของน้ำในทะเลและมหาสมุทร

น้ำในทะเลและมหาสมุทรมีการเคลื่อนไหว ๓ ชนิดคือ

ก. การเคลื่อนไหวชนิดแกว่งตัวของน้ำ (Oscillation) เป็นการเคลื่อนไหวที่เกิดจากน้ำทะเลแกว่งโยนตัวไปมา เกิดจากการกระทำของลมที่พัดอยู่เหนือพื้นผิวน้ำ หรือเกิดจากการสั่นสะเทือนของเปลือกโลกใต้น้ำ ถ้าเป็นการกระทำของลมก็จะเกิดเป็น **คลื่นบนพื้นผิวน้ำ** แต่ถ้าเกิดจากการสั่นสะเทือนของเปลือกโลกใต้น้ำก็จะเกิดเป็น **คลื่นใต้น้ำ**

ข. การเคลื่อนไหวชนิดที่น้ำเพิ่มหรือลดระดับ เป็นการเคลื่อนไหวของน้ำอันเนื่องมาจากแรงดึงดูดของดวงจันทร์ และดวงอาทิตย์ ที่มีต่อโลกเป็นผลให้ระดับน้ำในทะเลและมหาสมุทรในที่หนึ่งที่ใด สูงขึ้นหรือลดต่ำลงตามระยะเวลา เรียกว่า **น้ำขึ้นน้ำลง (Tides)**

ค. การเคลื่อนไหวชนิดที่น้ำเกิดการหมุนเวียน (Circulation) เกิดขึ้นเนื่องจากการที่น้ำทะเลมีความแน่นไม่เท่ากัน ทำให้มวลน้ำเคลื่อนที่ไปในทางตั้งฉากหรือในทางแนวราบ คือมีทั้งการหมุนเวียนระหว่างน้ำบนพื้นผิวกับน้ำที่

อยู่ในระดับลึก และระหว่างน้ำบนพื้นผิวด้วยกัน เป็นการเคลื่อนไหวที่เรียกว่า **กระแสน้ำ (Currents)**

คลื่น คลื่นในท้องทะเลเป็นการเคลื่อนไหวของน้ำ ชนิดที่เกิดจากการแกว่งตัวของมวลน้ำ โดยที่น้ำนั้นไม่ได้เคลื่อนที่ไป หรือเคลื่อนที่ไปแต่เพียงเล็กน้อยเท่านั้น ยกเว้นคลื่นที่ซัดขึ้นมาบนชายหาด หรือในเขตน้ำตื้นที่น้ำอาจจะเคลื่อนที่ไปได้ไกล เพราะแรงปะทะและแรงเสียดสีกับพื้นดิน การที่น้ำเกิดการเคลื่อนไหวในลักษณะของคลื่นนั้น อาจจะเกิดจากลมที่พัดอยู่บนพื้นผิวน้ำ หรือเกิดจากการสั่นสะเทือนของเปลือกโลกใต้ท้องมหาสมุทรก็ได้ เช่นเดียวกับที่น้ำในอ่างก็อาจจะเกิดเป็นระลอกบนผิวน้ำได้ ถ้าหากมีพัดลมเป่าน้ำนั้น หรืออ่างน้ำถูกกระดกให้โยกไปมา

การเคลื่อนไหวของคลื่น ทำให้แลดูคล้าย ๆ กับว่าน้ำเคลื่อนที่ไปด้วย แต่ความจริงน้ำไม่ได้เคลื่อนที่ไป เพราะเมื่อน้ำเคลื่อนที่ไปข้างหน้าแล้วมันจะถอยหลังกลับมาที่เดิมอีก การเคลื่อนไหวของคลื่นจึงเป็นไปทำนองเดียวกับต้นหญ้าที่ถูกลมพัดเป็นระลอกในทุ่ง แลดูเหมือนกับว่ายอดหญ้าเคลื่อนที่ไปข้างหน้า แต่ความจริงมันอยู่กับที่

คลื่นมีขนาดเล็กใหญ่แตกต่างกันไป ถ้าเป็นคลื่นขนาดเล็ก ความต่างระดับระหว่างยอดของคลื่น (Crest) กับร่องของคลื่น (Trough) จะมีไม่มากนัก และมักมีช่วงห่างระหว่างยอดคลื่นแต่ละยอดเพียงเล็กน้อย แต่ถ้าเป็นคลื่นขนาดใหญ่ ความต่างระดับระหว่างยอดคลื่นกับร่องคลื่นจะมีอยู่มาก บางทีอาจมากกว่า ๑๐ เมตรก็ได้ และมีช่วงห่างระหว่างยอดคลื่นยาวมากขึ้น บางทีก็ถึง ๑๐๐ เมตร หรือมากกว่านั้น นอกจากนี้ความแรงของคลื่นยังขึ้นอยู่กับความเร็วในการเคลื่อนที่ของคลื่น ถ้าหากเป็นคลื่นขนาดใหญ่มีกำลังแรงมาก อาจจะเคลื่อนที่ได้เร็วถึงนาทีละ ๑ กิโลเมตร และมีแรงปะทะมาก

คลื่นแบ่งออกเป็น ๒ ชนิดคือ คลื่นบนผิวน้ำ และคลื่นใต้น้ำ

ก. **คลื่นบนผิวน้ำ** เกิดจากการกระทำของลมที่พัดมาปะทะกับพื้นผิวน้ำ ฉะนั้นถ้าลมมีกำลังแรงก็จะทำให้เกิดคลื่นขนาดใหญ่ เวลาที่เกิดพายุท้องทะเลจึงมีคลื่นมาก คลื่นบนผิวน้ำนั้นถ้าหากเกิดขึ้นในน้ำลึก จะมีการเคลื่อนไหว

ของน้ำเฉพาะที่พื้นผิวเท่านั้น ในระดับลึกลงไปน้ำยังคงอยู่นิ่ง ๆ ไม่ได้รับความสะเทือนจากการแกว่งตัวของคลื่น แต่ถ้าเป็นเขตน้ำตื้น การเคลื่อนไหวของคลื่นจะทำให้น้ำสั่นสะเทือนไปทั้งหมด และเคลื่อนที่ไปมาด้วย

คลื่นที่เกิดขึ้นบนผิวน้ำในท้องทะเล ตามปกติจะมีแนวตั้งฉากกับทิศทางลมที่พัดผ่าน แต่เมื่อเคลื่อนที่เข้ามาถึงฝั่งจะค่อย ๆ เปลี่ยนแนวไปขนานกับชายฝั่ง ไม่ว่าชายฝั่งนั้นจะมีแนวทิศทางใด การที่คลื่นเปลี่ยนแนวทิศได้ก็เพราะว่าเมื่อเคลื่อนที่เข้าไปในเขตน้ำตื้นใกล้ฝั่ง จะเกิดความเสียดสีกับพื้นดินและเคลื่อนที่ช้าลง แนวของคลื่นที่เข้าไปถึงเขตน้ำตื้น จะเคลื่อนที่ช้ากว่าแนวของคลื่นส่วนที่ยังอยู่ในเขตน้ำลึก จึงเปิดโอกาสให้คลื่นค่อย ๆ ปรับแนวให้โค้งเข้าไปขนานกับชายฝั่งได้

คลื่นบนผิวน้ำมีอำนาจในการกัดเซาะหินตามชายฝั่ง ทำให้เกิดเป็นหน้าผาทะเล (Sea Cliff) หรือเป็นโขดหินริมฝั่ง (Stack) ขึ้นได้ แต่ถ้าเป็นเขตกำบังลมเช่นในอ่าว ความแรงของคลื่นที่เคลื่อนที่เข้าไปหาฝั่งมีลดน้อยลง ก็อาจจะนำกรวด ทราย โคลน ตะกอนไปทับถมกัน ทำให้เกิดเป็นหาดหรือเป็นสันดอนหรือเป็นสันทรายนอกฝั่งขึ้น (ดูบทที่ ๒ ว่าด้วยการกระทำของคลื่นและกระแสน้ำ)

ข. **คลื่นใต้น้ำ** เกิดจากการสั่นสะเทือนของเปลือกโลกใต้ท้องทะเล อันเนื่องมาจากแผ่นดินไหว หรือภูเขาไฟระเบิดใต้น้ำ คลื่นชนิดนี้มักมีขนาดใหญ่กว่าปกติธรรมดามาก และสามารถเคลื่อนที่ไปได้ในระยะทางไกล ๆ โดยไม่สลายตัวเสียก่อน ตามชายฝั่งทะเลที่อยู่ใกล้เคียงเขตเกิดแผ่นดินไหวบ่อย ๆ มักจะได้รับอันตรายจากคลื่นใต้น้ำ ซึ่งเมื่อเคลื่อนที่ไปถึงชายฝั่ง จะเกิดน้ำท่วมอย่างรวดเร็วไหลบ่าเข้าไปภายใน ทำให้เกิดอันตรายและความเสียหายได้มาก ชายฝั่งของมหาสมุทรอินเดีย และมหาสมุทรแปซิฟิก นับเป็นเขตที่ได้รับภัยจากคลื่นใต้น้ำบ่อยกว่าเขตอื่น ๆ ของโลก เมื่อวันที่ ๖ พฤศจิกายน พ.ศ. ๒๔๘๕ ได้เกิดคลื่นใต้น้ำที่อ่าวเบงกอล ทำให้ชาวอินเดียเสียชีวิตไปประมาณหนึ่งหมื่นคน นับเป็นคลื่นใต้น้ำที่ทำให้ผู้คนเสียชีวิตมากที่สุดที่เคยปรากฏมา เนื่องจากไม่มีการเตือนให้ประชาชนได้ทราบล่วงหน้า ใน พ.ศ. ๒๕๐๓ ก็ได้เกิดคลื่นใต้น้ำขึ้นหลายครั้ง ครั้งแรกเมื่อวันที่ ๒๓ และ ๒๔ พฤษภาคม เกิดมีแผ่นดินไหว

ใต้ทะเลนอกฝั่งทวีปอเมริกาใต้ และเกิดคลื่นใต้น้ำเคลื่อนที่ไปถึงฝั่งของหมู่เกาะฮาวายและหมู่เกาะญี่ปุ่น มีคนเสียชีวิต ๒๓๗ คน ครั้งที่สองเกิดขึ้นเมื่อวันที่ ๑๐ ตุลาคม ในมหาสมุทรอินเดีย มีผู้เสียชีวิตในปากีสถานตะวันออกประมาณ ๖,๐๐๐ คน และต่อมาอีก ๒๐ วัน ก็ได้เกิดคลื่นใต้น้ำขึ้นอีก มีผู้เสียชีวิตในปากีสถานตะวันออกอีกประมาณ ๔,๐๐๐ คน โดยที่คลื่นใต้น้ำเป็นภัยธรรมชาติที่มีอันตรายร้ายแรงมาก ในบางประเทศจึงมีการระวังป้องกันล่วงหน้า โดยการแจ้งให้พลเมืองทราบเมื่อเกิดมีคลื่นใต้น้ำเคลื่อนที่เข้ามาใกล้ เพื่อจะได้หลบหลีกไปให้พ้นจากเขตอันตราย

น้ำขึ้นน้ำลง น้ำเกิดน้ำตาย น้ำมากน้ำน้อย เป็นการเคลื่อนไหวของน้ำทะเลในทางเพิ่มระดับสูงขึ้น หรือลดระดับต่ำลง เกิดจากแรงดึงดูดของดวงจันทร์และดวงอาทิตย์ที่มีต่อโลก

ก. **น้ำขึ้นน้ำลง (High Water and Low Water)** เป็นการเพิ่มระดับและลดระดับของน้ำในทะเลและมหาสมุทร อันเนื่องมาจากแรงดึงดูดของดวงจันทร์ที่มีต่อโลก ตามกฎว่าด้วยแรงดึงดูด **(Law of Gravitation)** ซึ่งเซอร์ไอแซค นิวตัน **(Sir Isaac Newton)** เป็นผู้ค้นพบในปี พ.ศ. ๒๒๒๙ นั้น มวลวัตถุ ๒ อย่างจะมีแรงดึงดูดซึ่งกันและกัน และแรงดึงดูดจะมีมากหรือน้อยตามส่วนของขนาดของวัตถุ และระยะห่างของวัตถุทั้งสองนั้น เมื่อดวงจันทร์มีแรงดึงดูดต่อโลก ก็เป็นผลให้น้ำในทะเลและมหาสมุทรซึ่งเป็นของเหลวเคลื่อนที่ได้ง่ายไปรวมตัวกันในบริเวณหนึ่งบนพื้นผิวโลก เกิดมี 'น้ำขึ้น' ณ ที่นั้น ส่วนบริเวณที่มีน้ำน้อยลง ก็เกิดมี 'น้ำลง' บริเวณที่จะเกิดมีน้ำขึ้นหรือน้ำลง ขึ้นอยู่กับการหมุนรอบตัวเองของโลก ซึ่งหันส่วนต่าง ๆ ของโลกเข้าหาดวงจันทร์ในรอบ ๒๔ ชั่วโมง เมื่อดวงจันทร์ทำมุมฉากกับพื้นผิวโลกที่เส้นเมอริเดียนใด บริเวณนั้นจะเป็นส่วนของพื้นผิวโลกที่อยู่ใกล้กับดวงจันทร์มากที่สุด และจะได้รับแรงดึงดูดจากดวงจันทร์มากที่สุด น้ำทะเลจึงไหลเอ่อไปรวมตัวกันอยู่ที่บริเวณนั้นเกิดมี 'น้ำขึ้น' ในขณะเดียวกันส่วนของพื้นผิวโลกที่อยู่ตรงข้ามอีกซีกโลกหนึ่งจะอยู่ไกลจากดวงจันทร์มากที่สุด และก็จะได้รับแรงดึงดูดจากดวงจันทร์น้อยกว่าส่วนอื่น ๆ ของโลก และจึงเกิดแรงผละออก ทำให้น้ำทะเลไปรวมกันอยู่ ณ

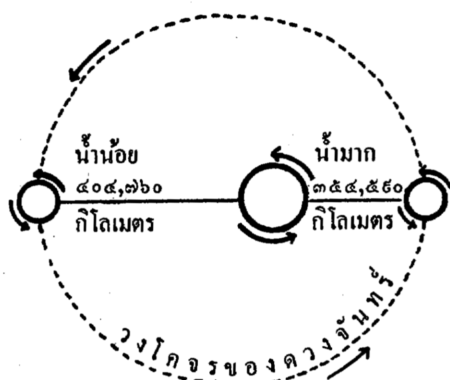
ที่นั้น เกิดมี 'น้ำขึ้น' ด้วยเช่นกัน ด้วยเหตุนี้ ตามปกติในระยะเวลาใดก็ตามบนพื้นผิวโลกจะมีบริเวณที่มีน้ำขึ้นอยู่สองแห่งพร้อมกัน และบริเวณที่อยู่กึ่งกลางระหว่างเขตน้ำขึ้นทั้งสองแห่งนั้น ก็จะมี 'น้ำลง' พร้อมกันอีกสองแห่งด้วย

โดยที่โลกหมุนรอบตัวเองหนึ่งรอบกินเวลา ๒๔ ชั่วโมง ฉะนั้น จึงหันส่วนต่าง ๆ ของโลกเข้าหาดวงจันทร์เต็มที่หนึ่งครั้งในรอบหนึ่งวัน แต่ในขณะที่โลกหมุนรอบตัวเองนั้น ดวงจันทร์ก็โคจรไปรอบโลกด้วย โดยใช้เวลาโคจร ๒๙½ วันต่อหนึ่งรอบ ด้วยเหตุนี้การที่โลกจะหันส่วนต่าง ๆ ของโลกตามเส้นเมอริเดียนให้กับดวงจันทร์จนครบรอบนั้น จึงต้องใช้เวลามากกว่า ๒๔ ชั่วโมงเล็กน้อย คือเป็น ๒๔ ชั่วโมง ๕๐ นาที (เพราะเมื่อโลกหมุนรอบตัวเองครบรอบแล้วนั้น ดวงจันทร์เลื่อนตำแหน่งที่อยู่ไปเล็กน้อยตามวิถีโคจรของดวงจันทร์รอบโลก โลกจึงต้องหมุนต่อไปอีกเล็กน้อยจึงจะหันส่วนของโลกเข้าหาดวงจันทร์ครบรอบพอดี) เมื่อเป็นเช่นนี้ก็หมายความว่า ในรอบ ๒๔ ชั่วโมง ๕๐ นาทีนั้น บริเวณต่าง ๆ ที่พื้นผิวโลก จะเกิดมีน้ำขึ้น ๒ ครั้ง และน้ำลง ๒ ครั้ง เมื่อน้ำขึ้นเต็มที่แล้ว ก็จะค่อย ๆ ลดระดับลง จนกระทั่งน้ำลงเต็มที่ ระยะเวลาระหว่างน้ำขึ้นเต็มที่กับน้ำลงเต็มที่แต่ละครั้งจะห่างกันประมาณ ๖¼ ชั่วโมง และแต่ละวันจะมีน้ำขึ้นน้ำลงช้ากว่าวันก่อน ๕๐ นาที

น้ำขึ้นน้ำลงในที่ต่าง ๆ ของโลกมีระดับสูงต่ำไม่เท่ากัน บางแห่งเวลาน้ำขึ้นก็ขึ้นสูงมาก และเวลาน้ำลงก็ลงต่ำมาก แต่บางแห่งระดับน้ำขึ้นน้ำลงมีอยู่ไม่มากนัก การที่น้ำขึ้นน้ำลงมีระดับไม่เท่ากันในที่ต่าง ๆ ของโลก เนื่องมาจากสาเหตุหลายประการ อย่างเช่น เนื่องจากรูปร่างลักษณะของฝั่งทะเลถ้าเป็นอ่าวแคบ ๆ อาจจะทำให้น้ำทะเลขึ้นสูงมากกว่าในทะเลเปิด นอกจากนี้ยังเนื่องจากตำแหน่งโคจรของดวงจันทร์ที่เลื่อนที่ไปตั้งฉากกับพื้นผิวโลกที่เหนือศูนย์สูตรหรือใต้ศูนย์สูตรตามฤดูกาลด้วย เพราะระนาบโคจรของดวงจันทร์ไม่ได้ตั้งฉากกับแกนหมุนของโลกทีเดียว แต่ทำมุมเฉียงไปประมาณ ๒๕ องศา (เช่นเดียวกับที่แกนหมุนของโลก ทำมุมเฉียงกับระนาบโคจรของโลกรอบดวงอาทิตย์ ๒๓½ องศา) ฉะนั้นบริเวณบนพื้นผิวโลกที่จะอยู่ใกล้กับดวงจันทร์มากที่สุด จึงเปลี่ยน

ที่ไปสุดแล้วแต่ว่าดวงจันทร์จะโคจรมาตั้งฉากอยู่เหนือละติจูดใดของโลก

น้ำเกิดน้ำตาย (Spring Tide and Neap Tide) เป็นการเพิ่มและลดระดับของน้ำทะเล อันเนื่องจากแรงดึงดูดของดวงจันทร์และดวงอาทิตย์ที่มีต่อโลก ทำงานร่วมกัน หรือต้านกันจึงเกิดมีน้ำขึ้นที่มีปริมาณมากกว่าปกติธรรมดา หรือมีน้อยกว่าปกติธรรมดา



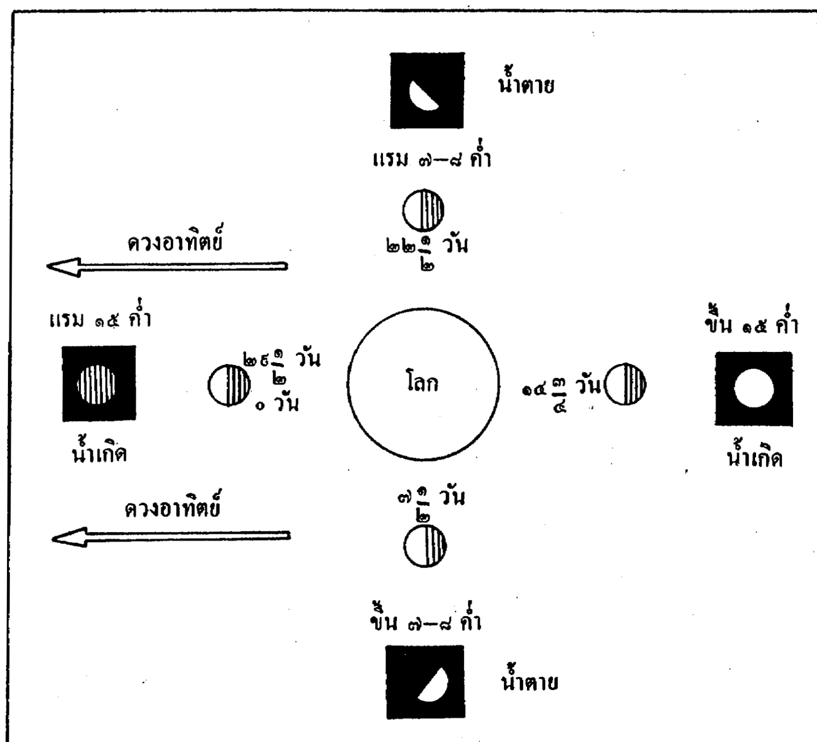
นอกจากดวงจันทร์แล้ว ดวงอาทิตย์ก็มีแรงดึงดูดต่อโลกด้วย แต่มีน้อยกว่าดวงจันทร์ เพราะดวงอาทิตย์อยู่ไกลจากโลกมากกว่าดวงจันทร์ ทำให้แรงดึงดูดของดวงอาทิตย์ที่มีต่อโลกมีเพียง ๕/๑๑ ของแรงดึงดูดของดวงจันทร์เท่านั้น แต่อย่างไรก็ตาม ดวงอาทิตย์ก็มีส่วนช่วยในการทำให้ปริมาณน้ำขึ้นน้ำลงบนพื้นผิวโลก มีมากหรือน้อยกว่าปกติได้ กล่าวคือในวันขึ้น ๑๕ ค่ำ และแรม ๑๕ ค่ำ ซึ่งเป็นระยะเวลาที่ดวงจันทร์ โลก และดวงอาทิตย์ โคจรมาอยู่ในแนวตรงกัน แรงดึงดูดของดวงจันทร์และดวงอาทิตย์ที่มีต่อโลกจะรวมกัน ทำให้มีปริมาณน้ำขึ้นมากกว่าปกติ เรียกว่า น้ำเกิด (Spring Tide) แต่ในวันขึ้นและแรม ๗ – ๘ ค่ำ เมื่อดวงจันทร์และดวงอาทิตย์มีตำแหน่งเป็นแนวตั้งฉากกับโลก แรงดึงดูดของดวงจันทร์และดวงอาทิตย์ที่มีต่อโลกจะต้านกัน ทำให้มีน้ำขึ้นน้อยกว่าปกติ เรียกว่า น้ำตาย (Neap Tide) ระยะเวลาที่มีน้ำเกิดแต่ละครั้งจะห่างกัน ๑๔ ๓/๔ วัน และเมื่อมีน้ำเกิดเต็มที่ต่อไปอีก ๗ ๑/๒ วันก็จะมีน้ำตาย

น้ำมากน้ำน้อย (Perigean Tide and Apogean Tide) เป็นการเพิ่มและลดระดับของน้ำทะเลที่มีมากหรือน้อยกว่าปกติ อันเนื่องมาจากแรงดึงดูดของดวงจันทร์ที่มีต่อโลก เพิ่มขึ้นหรือลดลงในระหว่างที่โคจรไปรอบโลก ทั้งนี้เนื่องจากดวงจันทร์โคจรรอบโลกเป็นวงรี เมื่อเข้ามาใกล้โลกมากที่สุด ดวง

จันทร์จะอยู่ห่างจากโลกประมาณ ๓๕๔,๕๙๐ กิโลเมตร และเมื่อออกไปห่างที่สุด จะอยู่ห่างจากโลกประมาณ ๔๐๔,๗๖๐ กิโลเมตร การที่ดวงจันทร์มีวงโคจรเป็นวงรีเช่นนี้มีผลต่อปริมาณน้ำขึ้นน้ำลงด้วย เพราะระยะเวลาที่ดวงจันทร์โคจรมาใกล้โลกมากจะทำให้เกิดมีแรงดึงดูดเพิ่มขึ้น และจึงทำให้เกิดมีน้ำขึ้นมากกว่าธรรมดาประมาณ ๑๕ – ๒๐ % ซึ่งเรียกว่า น้ำมาก **(Perigean Tide)** และเมื่อดวงจันทร์โคจรออกไปห่างมากที่สุด ก็ทำให้เกิดมีน้ำขึ้นที่มีปริมาณน้อยกว่าธรรมดาประมาณ ๑๕ – ๒๐ % เช่นกัน เรียกว่าน้ำน้อย **(Apogean Tide)** ระยะเวลาที่มีน้ำมากแต่ละครั้งจะห่างกันประมาณ ๒๗ ๑/๓ วัน

น้ำขึ้นน้ำลงในแม่น้ำ ตามปกติน้ำในแม่น้ำจะไม่มีน้ำขึ้นน้ำลง เพราะ

แสดงตำแหน่งของโลก ดวงจันทร์และดวงอาทิตย์ ซึ่งทำให้เกิดมีน้ำเกิดและน้ำตาย



น้ำไหลไปตามความลาดของพื้นที่จากต้นน้ำลงสู่ทะเล แต่เฉพาะที่ตอนใกล้ปาก-แม่น้ำนั้น น้ำจะมีการขึ้นลงอยู่บ้าง เนื่องมาจากแรงหนุนของน้ำทะเลที่ปากแม่น้ำ ฉะนั้นเมื่อน้ำทะเลขึ้น น้ำในแม่น้ำจึงเพิ่มระดับสูงขึ้นตั้งแต่ปากแม่น้ำขึ้นมาตามลำดับ แต่จะเข้าไปได้ไกลตามลำน้ำมากเท่าใดนั้น ก็สุดแล้วแต่ขนาดของแม่น้ำ ถ้าเป็นแม่น้ำสายใหญ่ ๆ น้ำขึ้นน้ำลงอาจจะเกิดขึ้นตั้งแต่ปากแม่น้ำขึ้นไปตามลำน้ำเป็นระยะทางหลายสิบกิโลเมตรก็ได้ แต่แม่น้ำสายเล็ก ๆ อาจจะมีน้ำขึ้นน้ำลงเฉพาะที่ปากน้ำเท่านั้น

เนื่องจากน้ำขึ้นน้ำลงในแม่น้ำเกิดจากแรงดันของน้ำทะเล ฉะนั้นจึงเกิดขึ้นช้ากว่าน้ำขึ้นน้ำลงในทะเลที่ปากน้ำ ยิ่งห่างจากปากน้ำเข้ามามากเท่าใด ระยะเวลาที่น้ำขึ้นน้ำลงก็จะช้ามากขึ้นเท่านั้น ตัวอย่างเช่น ระยะเวลาน้ำขึ้นระหว่างสันดอนปากน้ำเจ้าพระยา กับที่สะพานพุทธยอดฟ้า ฯ จะต่างกันประมาณ ๒$\frac{๑}{๒}$ ถึง ๓ ชั่วโมง คือถ้าที่สันดอนปากน้ำมีน้ำขึ้นสูงสุดเวลา ๑๘.๐๐ น. ที่สะพานพุทธยอดฟ้า ฯ จะมีน้ำขึ้นสูงสุดเวลา ๒๐.๓๐ – ๒๑.๐๐ น.

แม่น้ำบางสายเวลามีน้ำขึ้น ปรากฏว่ามีกระแสน้ำซึ่งมีระดับสูงไหลบ่าขึ้นไปตามลำแม่น้ำด้วยความเร็วสูง จนทำให้น้ำในแม่น้ำนูนสูงขึ้นเป็นสันคลื่นเคลื่อนตัวขวางลำน้ำขึ้นไป และมียอดคลื่นแตกเป็นฟอง ซึ่งอาจเป็นอันตรายแก่เรือเล็กและสิ่งปลูกสร้างในลำแม่น้ำได้ น้ำขึ้นที่มีลักษณะเช่นนี้ เรียกว่า **น้ำท้น** (**Tidal bore**) มักเกิดขึ้นในแม่น้ำบางสายที่มีระดับน้ำขึ้นเต็มที่กับน้ำลงเต็มที่แตกต่างกันมาก ตัวอย่างเช่น แม่น้ำแยงซีเกียง แม่น้ำอเมซอน แม่น้ำเอลเบ เป็นต้น

ประโยชน์ของน้ำขึ้นน้ำลง น้ำขึ้นน้ำลงมีประโยชน์ในการทำให้เรือแล่นเข้าเทียบท่าได้สะดวกยิ่งขึ้น เพราะในที่บางแห่งเมื่อน้ำขึ้น น้ำมีระดับเพิ่มสูงมาก เรือขนาดใหญ่จึงแล่นเข้าเทียบท่าที่ชายฝั่งทะเลหรือในแม่น้ำได้ง่าย การนำเรือเข้าเทียบท่า และการแล่นเรือเข้าไปในอ่าวหรือตามลำแม่น้ำ จึงต้องดูเวลาน้ำขึ้นน้ำลงให้เหมาะสม มิฉะนั้นอาจจะไม่สะดวกหรือเรืออาจเกยตื้นได้

นอกจากนี้นักวิทยาศาสตร์ยังได้คิดที่จะนำพลังงานจากน้ำขึ้นน้ำลงมาใช้ประโยชน์ในทางอุตสาหกรรมด้วย เพราะการที่น้ำไหลขึ้นลงนั้น ก่อให้เกิด

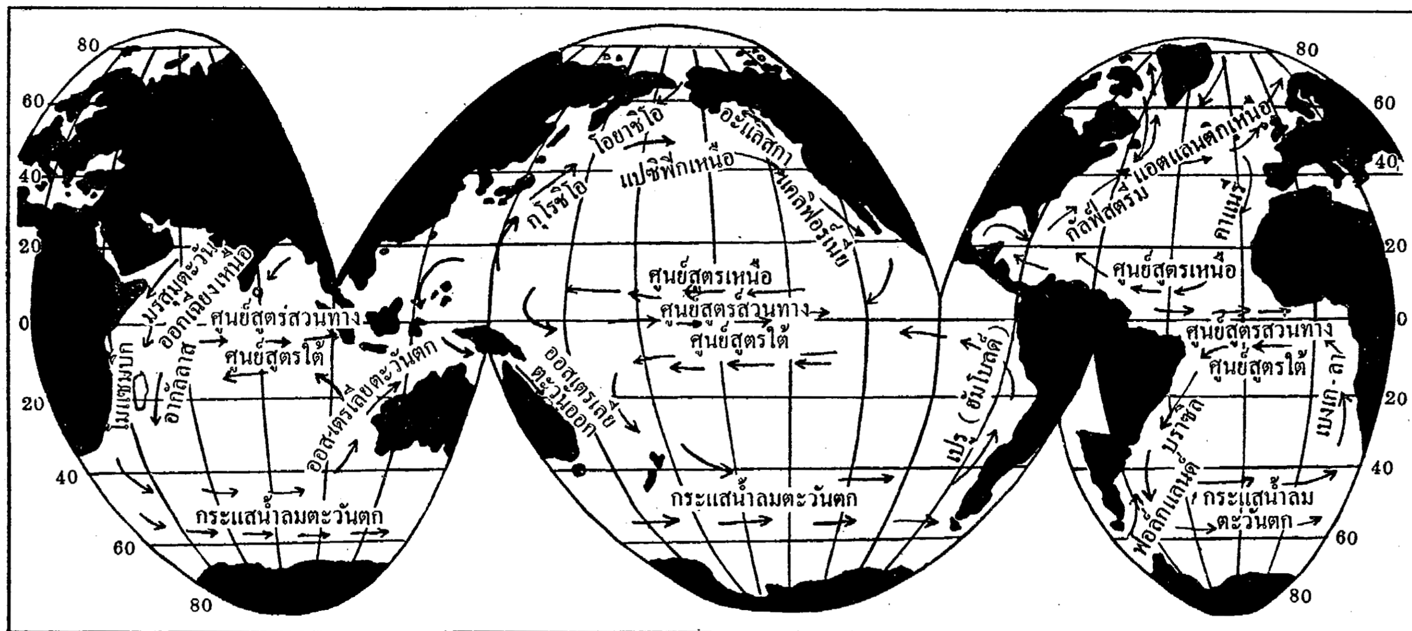
พลังงานที่จะนำไปใช้ในการหมุนเครื่องจักร หรือหมุนกังหันน้ำเพื่อผลิตพลังงานไฟฟ้าได้ แต่การค้นคิดนี้ยังอยู่ในขั้นเริ่มต้น และปัจจุบันยังไม่ได้นำไปใช้เป็นการค้าได้เหมือนกับพลังงานอย่างอื่น ๆ

กระแสน้ำในมหาสมุทร เป็นการเคลื่อนไหวของน้ำในทะเลและมหาสมุทรชนิดที่เกิดการหมุนเวียนของน้ำในทางแนวนอนหรือแนวยืน กล่าวคือน้ำอาจจะหมุนเวียนระหว่างพื้นผิวกับในระดับลึก หรืออาจเคลื่อนที่ไปบนพื้นผิวจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง การเคลื่อนไหวของน้ำดังกล่าวนี้เรียกว่ากระแสน้ำ เกิดขึ้นเนื่องจากน้ำทะเลมีความแน่นแตกต่างกันประการหนึ่ง และเนื่องจากมีลมพัดผ่านพื้นน้ำอีกประการหนึ่ง

ก. **ความแน่นของน้ำ** ความแน่นของน้ำทะเลมีแตกต่างกัน เนื่องจากอุณหภูมิเป็นสำคัญ อุณหภูมิต่ำจะทำให้น้ำทะเลมีความแน่นมากกว่าอุณหภูมิสูง และความแตกต่างของความแน่นของน้ำทะเลนี้ จะทำให้น้ำทะเลไหลวนเวียนในแนวยืน คือน้ำที่พื้นผิวอาจจะจมลงสู่เบื้องล่าง หรือน้ำในระดับลึกลอยตัวสูงขึ้นมาได้

ข. **ลมเหนือพื้นน้ำ** ลมที่พัดเป็นประจำอยู่เหนือพื้นน้ำ มีกำลังในการทำให้น้ำไหลเคลื่อนที่ไปตามทิศทางลมได้ ฉะนั้นจึงเห็นได้ว่ากระแสน้ำบนพื้นน้ำนั้น จะมีทิศทางไหลที่สัมพันธ์กับทิศทางของลมประจำที่พัดอย่างบริเวณนั้น ด้วยเหตุนี้กระแสน้ำในมหาสมุทรแปซิฟิกเหนือและมหาสมุทรแอตแลนติกเหนือจึงมีการไหลวนเวียนตามทางเดินของเข็มนาฬิกา แต่ในมหาสมุทรแปซิฟิกใต้และมหาสมุทรแอตแลนติกใต้ กระแสน้ำจะไหลวนเวียนย้อนทางเดินของเข็มนาฬิกา ในมหาสมุทรอินเดียกระแสน้ำจะไหลเปลี่ยนทิศตามลมมรสุม สุดแล้วแต่ว่าจะเป็นลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ หรือลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้

การหมุนวนเวียนของกระแสน้ำในมหาสมุทร ยังขึ้นอยู่กับการวางตัวของทวีปต่าง ๆ ด้วย จะเห็นได้ว่าในซีกโลกภาคเหนือ มีพื้นแผ่นดินอยู่มาก กระแสน้ำมีการหมุนวนเวียนอยู่ระหว่างชายฝั่งของทวีปทั้งสองด้าน เป็นรูปวงรี อยู่ในมหาสมุทรแปซิฟิกเหนือวงหนึ่ง และในมหาสมุทรแอตแลนติกเหนืออีกวงหนึ่ง ไม่มีกระแสน้ำที่ไหลไปทางเดียวตามเส้นละติจูดเหมือนอย่างในซีกโลกภาคใต้



กระแสน้ำในมหาสมุทรต่าง ๆ ในระหว่างฤดูหนาวของซีกโลกภาคเหนือ (เดือนมกราคม)

เพราะในซีกโลกภาคใต้มีพื้นแผ่นดินน้อยกว่า และใต้จากละติจูดที่ ๕๐° ใต้ลงไป จะเห็นว่ามีพื้นน้ำติดต่อกันไปโดยไม่มีพื้นแผ่นดินคั่น กระแสน้ำจึงไหลไปตามทิศทางของลมตะวันตก โดยไม่มีชายฝั่งของทวีปมากั้นขวาง

ลักษณะและชนิดของกระแสน้ำ กระแสน้ำที่เคลื่อนที่ไปนั้น จะสังเกตเห็นได้จากการเคลื่อนที่ของน้ำทะเลที่พื้นผิว มีลักษณะเป็นแถบหรือเป็นทางยาวไปตามเส้นทางของมัน โดยที่น้ำในเขตใกล้เคียงไม่ได้เคลื่อนที่ไปด้วย กระแสน้ำบางแห่งก็เคลื่อนที่ไปเป็นแถบกว้างมาก มีความกว้างหลาย ๆ ร้อยกิโลเมตร และไหลช้า กระแสน้ำเช่นนั้นบางทีก็เรียกกันว่า Drift แต่ถ้าเป็นกระแสน้ำที่มีความกว้างน้อยและไหลเร็ว ก็เรียกว่า Current หรือ Stream กระแสน้ำที่ไหลผ่านกลางมหาสมุทรมักเป็นชนิด Drift แต่ถ้าไหลเลียบไปตามชายฝั่งทวีปจะเป็นชนิด Current หรือ Stream

กระแสน้ำแบ่งออกเป็น ๒ ชนิดตามอุณหภูมิของน้ำ คือถ้าเป็นกระแสน้ำที่มีอุณหภูมิสูงกว่าน้ำทะเลที่อยู่ในเขตใกล้เคียง ก็เรียกว่า กระแสน้ำอุ่น (Warm Current) แต่ถ้ามีอุณหภูมิต่ำกว่าก็เรียกว่า กระแสน้ำเย็น (Cold Current) จะสังเกตเห็นได้ว่า กระแสน้ำที่ไหลจากทางศูนย์สูตรไปทางขั้วโลกจะเป็นกระแสน้ำอุ่น เพราะน้ำทะเลมีอุณหภูมิค่อนข้างสูง เมื่อไหลเข้าไปในแถบอบอุ่นและแถบหนาว จึงมีอุณหภูมิสูงกว่าน้ำทะเลที่อยู่ในเขตนั้น ตรงกันข้ามถ้าเป็นกระแสน้ำที่ไหลจากทางขั้วโลกมาทางศูนย์สูตร จะเป็นกระแสน้ำเย็น เพราะตั้งต้นจากเขตอากาศหนาว น้ำทะเลมีอุณหภูมิต่ำ เมื่อเข้ามาในเขตอบอุ่นและเขตร้อนจึงมีอุณหภูมิต่ำกว่าน้ำทะเลที่อยู่ในบริเวณนั้น

กระแสน้ำในมหาสมุทรต่าง ๆ

ก. **กระแสน้ำในมหาสมุทรแปซิฟิก** ในเขตศูนย์สูตร มีกระแสน้ำศูนย์สูตรที่ไหลจากทิศตะวันออกไปทิศตะวันตก ตามทิศทางของลมสินค้า แบ่งออกเป็น ๒ สาย คือ **กระแสน้ำศูนย์สูตรเหนือ** (North Equatorial Current) อยู่ประมาณละติจูดที่ ๑๐°—๒๐° เหนือ และ **กระแสน้ำศูนย์สูตรใต้** (South Equatorial Current) อยู่ประมาณละติจูดที่ ๐°—๑๕° ใต้ ระหว่างกระแสน้ำศูนย์สูตรทั้งสองสายนี้ มีกระแสน้ำศูนย์สูตรสวนทาง (Equatorial Counter

Current) ไหลสวนทางจากทิศตะวันตกมาทางตะวันออก เกิดขึ้นในเขตลมสงบแถบดอลดรัม ซึ่งมีลมพัดอ่อน และน้ำทะเลที่ถูกกระแสลมสินค้าพัดไปเป็นกระแสน้ำศูนย์สูตร ไปนูนสูงอยู่ทางด้านตะวันตกของมหาสมุทรได้ไหลย้อนกลับมาทางทิศตะวันออกอีก

ในมหาสมุทรแปซิฟิกเหนือ กระแสน้ำศูนย์สูตรเหนือเมื่อไหลมาถึงหมู่เกาะฟีลิปปิน ได้วกขึ้นไปทางเหนือ จนถึงหมู่เกาะญี่ปุ่น เป็น **กระแสน้ำอุ่นกุโรชิโอ (Kuroshio)** จากนั้นได้ไหลตัดข้ามมหาสมุทรแปซิฟิก ระหว่างละติจูดที่ ๔๐°—๕๐° เหนือ ไปจนถึงฝั่งของทวีปอเมริกาเหนือ เรียกชื่อว่า **กระแสน้ำอุ่นแปซิฟิกเหนือ (North Pacific Drift)** เมื่อใกล้ถึงชายฝั่งทวีปอเมริกาเหนือจึงแยกออกเป็น ๒ สาย สายหนึ่งไหลเลียบฝั่งมลรัฐอะแลสกาไปจนถึงช่องแคบเบริง เรียกว่า **กระแสน้ำอุ่นอะแลสกา (Alaska Current)** อีกสายหนึ่งไหลลงมาทางใต้ เลียบไปตามฝั่งของสหรัฐอเมริกา จนถึงคาบสมุทรแคลิฟอร์เนีย เป็น **กระแสน้ำเย็นแคลิฟอร์เนีย (California Current)** และมาบรรจบกับกระแสน้ำศูนย์สูตร

ทางตอนเหนือสุดของมหาสมุทรแปซิฟิก มีกระแสน้ำเย็นที่ไหลมาจากช่องแคบเบริง เลียบมาทางฝั่งของคาบสมุทรแกมแชตกาในทวีปเอเชีย เรียกชื่อว่า **กระแสน้ำเย็นแกมแชตกา (Kamchatka Current)** และกระแสน้ำเย็นสายนี้ได้ไหลต่อลงมาจนถึงชายฝั่งตะวันออกเฉียงเหนือของหมู่เกาะญี่ปุ่น เรียกชื่อว่า **กระแสน้ำเย็นโอยาชิโอ (Oyashio Current)**

ในมหาสมุทรแปซิฟิกใต้ กระแสน้ำศูนย์สูตรใต้ไหลมาถึงเกาะนิวกินี แล้วแยกออกเป็น ๒ สาย คือ สายหนึ่งไหลไปทางเหนือของเกาะ ผ่านเข้าไปในทะเลจีนใต้ ไปบรรจบกับกระแสน้ำศูนย์สูตรเหนือ อีกสายหนึ่งไหลไปทางใต้ของเกาะนิวกินี วกลงไปตามชายฝั่งตะวันออกของทวีปออสเตรเลีย กลายเป็น **กระแสน้ำอุ่นออสเตรเลียตะวันออก (East Australian Current)** ซึ่งได้ไหลตัดข้ามมหาสมุทรแปซิฟิกใต้ เป็น **กระแสน้ำเย็นลมตะวันตก (West Wind Drift)** ไปจนถึงฝั่งทวีปอเมริกาใต้ แล้วจึงวกขึ้นมาตามฝั่งตะวันตกของทวีปนั้น เป็น **กระแสน้ำเย็นเปรู หรือ ฮัมโบลด์ (Peru or Humboldt Current)**

จนกระทั่งบรรจบกับกระแสน้ำศูนย์สูตรใต้

ข. **กระแสน้ำในมหาสมุทรแอตแลนติก** มี **กระแสน้ำศูนย์สูตรเหนือ** และ **กระแสน้ำศูนย์สูตรใต้** ซึ่งไหลจากทิศตะวันออกไปทิศตะวันตก จากชายฝั่งทวีปแอฟริกา จนถึงชายฝั่งทวีปอเมริกาใต้ และระหว่างกระแสน้ำศูนย์-สูตรทั้งสองสายนี้ ก็มี **กระแสน้ำศูนย์สูตรสวนทาง** ซึ่งไหลสวนทางจากฝั่งทวีปอเมริกาใต้ มาจนถึงฝั่งของทวีปแอฟริกา และไหลต่อเข้าไปในอ่าวกินี กลายเป็น **กระแสน้ำอุ่นกินี (Guinea Current)**

ในมหาสมุทรแอตแลนติกเหนือ กระแสน้ำศูนย์สูตรเหนือเมื่อไหลไปถึงชายฝั่งตอนเหนือของทวีปอเมริกาใต้แล้ว ได้แยกออกเป็น ๒ สาย สายหนึ่งไหลเข้าไปในทะเลแคริบเบียน จนถึงอ่าวเม็กซิโก เป็น **กระแสน้ำอุ่นแคริบเบียน (Caribbean Current)** อีกสายหนึ่งไหลไปทางตะวันออกเฉียงเหนือของหมู่เกาะแอนติลลิส เรียกชื่อว่า **กระแสน้ำอุ่นแอนติลลิส (Antilles Current)** ทั้งสองสายนี้ไปบรรจบกันที่แหลมฟลอริดาในสหรัฐอเมริกา แล้วไหลขึ้นไปตามชายฝั่งของสหรัฐอเมริกา ซึ่งกลายเป็น **กระแสน้ำอุ่นกัลฟ์สตรีม (Gulf Stream)** จนกระทั่งถึงประมาณละติจูดที่ ๔๕° เหนือ กระแสน้ำอุ่นกัลฟ์สตรีมจึงไหลตัดข้ามมหาสมุทรแอตแลนติกเหนือไปทางฝั่งยุโรป เรียกว่า **กระแสน้ำอุ่นแอตแลนติกเหนือ (North Atlantic Drift)** เมื่อใกล้จะถึงฝั่งของทวีปยุโรป กระแสน้ำแอตแลนติกเหนือแยกออกเป็น ๒ สาย สายหนึ่งไหลเลียบขึ้นไปทางฝั่งของประเทศนอรเว เป็น **กระแสน้ำอุ่นนอรเว (Norwegian Current)** อีกสายหนึ่งแยกลงมาทางใต้ ไหลมาทางอ่าวบิสเกย์และชายฝั่งของโปรตุเกส จนถึงชายฝั่งตะวันตกของทวีปแอฟริกา และไปบรรจบกับกระแสน้ำศูนย์สูตรเหนือ เรียกชื่อว่า **กระแสน้ำเย็นคานารี (Canary Current)** ทางตอนกลางของมหาสมุทรแอตแลนติกเหนือ ประมาณละติจูดที่ ๓๐°—๔๐° เหนือ เป็นเขตที่น้ำทะเลค่อนข้างสงบนิ่ง มีสาหร่ายทะเล **(Sargassum weed)** ลอยอยู่เป็นจำนวนมาก จึงเรียกชื่อว่าทะเลสาหร่าย **(Sargasso Sea)**

มีกระแสน้ำอีก ๒ สายที่ไหลจากมหาสมุทรอาร์กติก เข้ามาในมหาสมุทรแอตแลนติกเหนือ คือ **กระแสน้ำเย็นอาร์กติก** หรือ **กรีนแลนด์ตะวันออก**

(Arctic or East Greenland Current) ซึ่งไหลเลียบมาตามชายฝั่งตะวันออกของเกาะกรีนแลนด์ กับ**กระแสน้ำเย็นแลบราดอร์** (Labrador Current) ซึ่งไหลผ่านอ่าวแบฟฟิน (Baffin Bay) และช่องแคบเดวิส (Davis Strait) จนถึงเกาะนิวฟันด์แลนด์ และไหลต่อลงมาตามชายฝั่งแคว้นนิวอิงแลนด์ของสหรัฐ-อเมริกา มีชื่อเรียกว่า **กระแสน้ำเย็นโคลด์วอลล์** (Cold Wall)

ในมหาสมุทรแอตแลนติกใต้ กระแสน้ำศูนย์สูตรใต้ซึ่งไหลจากฝั่งทวีปแอฟริกาไปถึงฝั่งของทวีปอเมริกาใต้นั้น เมื่อถึงฝั่งตะวันออกของประเทศบราซิล กระแสน้ำได้ไหลเลียบฝั่งลงไปทางใต้ มีชื่อเรียกว่า **กระแสน้ำอุ่นบรา-ซิล** (Brazil Current) ซึ่งกระแสน้ำนี้เมื่อไหลไปถึงประมาณละติจูดที่ ๔๕° ใต้ ได้บรรจบกับกระแสน้ำเย็นลมตะวันตก และไหลตัดข้ามมหาสมุทรแอตแลนติกใต้มาถึงตอนใต้ของทวีปแอฟริกา แล้วไหลเลียบขึ้นมาตามฝั่งของแคว้นแอฟริกาตะวันตกเฉียงใต้ และแคว้นอังโกลา เรียกชื่อว่า **กระแสน้ำเย็นเบง-เก-ลา** (Benguela Current) จนกระทั่งไปบรรจบกับกระแสน้ำศูนย์สูตรใต้

ทางใต้สุดของทวีปอเมริกาใต้ มีกระแสน้ำเย็นที่ไหลแยกจากกระแสน้ำลมตะวันตก ขึ้นมาทางหมู่เกาะฟอล์กแลนด์ จนถึงปากแม่น้ำริโอเดอลาปลาตา เรียกชื่อว่า **กระแสน้ำเย็นฟอล์กแลนด์** (Falkland Current)

ค. **กระแสน้ำในมหาสมุทรอินเดีย** กระแสน้ำในมหาสมุทรอินเดีย มีการไหลวนเวียนแตกต่างเป็นพิเศษจากมหาสมุทรอื่น เพราะได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมที่พัดเปลี่ยนทิศทางตามฤดู ทางภาคใต้ของมหาสมุทรประมาณละติจูดที่ ๑๐°–๒๐° ใต้ มีกระแสน้ำศูนย์สูตรใต้ ไหลจากฝั่งทวีปออสเตรเลียไปทางฝั่งทวีปแอฟริกา เมื่อมาถึงเกาะมาดากัสการ์ กระแสน้ำศูนย์สูตรใต้นี้แยกออกเป็น ๒ สาย สายหนึ่งไหลเข้าไปในช่องแคบโมแซมบิก เรียกชื่อว่า **กระแสน้ำอุ่นโมแซมบิก** (Mozambique Current) อีกสายหนึ่งไหลเลียบลงไปทางฝั่งตะวันออกของเกาะมาดากัสการ์ เรียกชื่อว่า **กระแสน้ำอุ่นอากัลลาส** (Agulhas Current) และไปบรรจบกับกระแสน้ำอุ่นโมแซมบิกที่ชายฝั่งของสาธารณรัฐ-แอฟริกาใต้ จากนั้นจึงไหลต่อไปบรรจบกับกระแสน้ำเย็นลมตะวันตก ตัดข้ามมหาสมุทรอินเดีย ประมาณละติจูดที่ ๔๐°–๕๐° ใต้ มาถึงฝั่งตะวันตกของ

ทวีปออสเตรเลีย และไหลวกขึ้นมาทางเหนือ เป็น **กระแสน้ำเย็นออสเตรเลียตะวันตก (West Australian Current)** จนบรรจบกับกระแสน้ำศูนย์สูตรใต้

ทางภาคเหนือของมหาสมุทรอินเดีย ประมาณละติจูดที่ ๑๐° ใต้ขึ้นไป กระแสน้ำมีการไหลวนเวียนเปลี่ยนทิศทางฤดูมรสุม กล่าวคือ ในฤดูร้อน จะมีกระแสน้ำไหลเลียบฝั่งตะวันออกของทวีปแอฟริกาขึ้นไปทางฝั่งของอินเดีย ตามทิศทางของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ เป็น**กระแสน้ำมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ (Southwest Monsoon Drift)** แต่ในฤดูหนาวกระแสน้ำจะไหลกลับทิศทาง คือ ไหลจากตะวันออกมาตะวันตก จากชายฝั่งของอินเดียไปยังชายฝั่งของทวีปแอฟริกา ตามทิศทางของลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ และจึงเรียก **กระแสน้ำมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ (Northeast Monsoon Drift)**

ความสำคัญของกระแสน้ำในมหาสมุทร

กระแสน้ำในมหาสมุทรมีความสำคัญอยู่มาก เพราะมีส่วนเกี่ยวข้องกับสภาพทางธรรมชาติและทางเศรษฐกิจอยู่หลายประการ อาจสรุปได้ดังนี้คือ

ก. **ความสำคัญต่อภูมิอากาศ** กระแสน้ำที่แตกต่างกันไปเป็นกระแสน้ำอุ่นและกระแสน้ำเย็นนั้น มีอิทธิพลต่อภูมิอากาศของชายฝั่งทวีปที่มีกระแสน้ำไหลผ่านด้วยอย่างมาก ถ้าชายฝั่งตอนใดมีกระแสน้ำเย็นไหลผ่านก็จะทำให้มีอากาศเย็น และอากาศแห้งกว่าชายฝั่งที่มีกระแสน้ำอุ่นไหลผ่าน ทั้งนี้จะเห็นตัวอย่างได้หลายแห่ง อย่างเช่นกระแสน้ำอุ่นแอตแลนติกเหนือ ทำให้หมู่เกาะบริติชมีความอบอุ่น คือมีอุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ ๔๐° ฟ. ในเดือนมกราคม (ฤดูหนาวซีกโลกเหนือ) แต่ชายฝั่งตะวันออกของแคนาดา ในแลบราดอร์ ซึ่งตั้งอยู่ประมาณละติจูดเดียวกับหมู่เกาะบริติช แต่ได้รับอิทธิพลจากกระแสน้ำเย็นแลบราดอร์ มีอุณหภูมิเฉลี่ยเพียง ๐° ฟ. ในระหว่างเดือนนั้น ในทำนองเดียวกับฝั่งตะวันตกเฉียงใต้ของทวีปแอฟริกา ที่เส้นทรอปิกออฟแคปริคอน ซึ่งได้รับอิทธิพลจากกระแสน้ำเย็นเบงเก-ลา มีอุณหภูมิเฉลี่ยในเดือนกรกฎาคม (ฤดูหนาวซีกโลกใต้) ๕๘° ฟ. แต่ชายฝั่งตะวันออกของทวีปอเมริกาใต้ในละติจูดเดียวกัน มีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงกว่า คือ ๖๕° ฟ. เพราะได้รับกระแสน้ำอุ่นบราซิล

ข. **ความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตในท้องทะเล** กระแสน้ำที่ไหลวนเวียนในท้องทะเลและมหาสมุทร มีความสำคัญต่อพืชและสัตว์ในท้องทะเลมาก ประการแรกคือ ทำให้พืชและสัตว์ที่อาศัยอยู่ใต้ท้องทะเลลึก มีโอกาสได้รับเอาออกซิเจนที่กระแสน้ำจากผิวน้ำพาลงไปในระดับลึก ซึ่งถ้าหากไม่มีการไหลวนเวียนแล้ว ใต้ท้องทะเลลึกมาก ๆ จะไม่มีสิ่งมีชีวิตอาศัยอยู่ได้เลย เพราะขาดออกซิเจน ประการที่สอง กระแสน้ำยังช่วยนำพาเอาโคลนตะกอนหรืออินทรียวัตถุที่ทับถมอยู่ใต้ทะเลขึ้นมาเบื้องบนด้วย ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อพืชและสัตว์ที่อาศัยอยู่ในท้องทะเล และประการที่สาม กระแสน้ำที่ไหลอยู่บนพื้นผิวน้ำจะช่วยพืชและสัตว์ประเภทแพลงก์ตอนเคลื่อนที่ไปได้ไกล ๆ เพราะแพลงก์ตอนไม่อาจเคลื่อนที่ได้ด้วยตัวของมันเอง การที่กระแสน้ำพัดพาแพลงก์ตอนไปได้ไกล ๆ นี่เอง เป็นผลให้มีความสำคัญต่อการประมง เพราะปรากฏว่า แหล่งที่มีปลาอยู่ชุกชุมนั้น นอกจากจะเป็นเขตน้ำตื้นแล้วยังเป็นเขตที่มีกระแสน้ำเย็นไหลมาบรรจบกับกระแสน้ำอุ่นด้วย แพลงก์ตอนเจริญเติบโตได้ดีในเขตอากาศหนาวและถูกกระแสน้ำเย็นไหลพามาด้วย จึงเป็นอาหารของปลาที่อาศัยอยู่ในบริเวณที่กระแสน้ำเย็นไหลมาบรรจบกับกระแสน้ำอุ่นนั้น

ค. **ความสำคัญต่อการคมนาคมขนส่ง** กระแสน้ำมีอิทธิพลต่อการเดินเรือในมหาสมุทรหลายประการ ประการแรกคือ ถ้าเป็นกระแสน้ำที่ไหลเร็ว การเดินเรือทวนกระแสน้ำก็จะเป็นไปโดยยากมากขึ้น ตามปกติกระแสน้ำต่าง ๆ ในมหาสมุทรไหลไม่เร็วนัก คือมีอัตราความเร็วประมาณชั่วโมงละตั้งแต่ ๑/๔ ถึง ๒ ไมล์ทะเล แต่มีกระแสน้ำบางแห่งที่ไหลเร็วมาก เช่นกระแสน้ำฟลอริดาไหลเร็วถึงชั่วโมงละ ๓ ๑/๒ ไมล์ทะเล ซึ่งทำให้เป็นอุปสรรคต่อการแล่นเรือทวนกระแสน้ำอยู่บ้าง

ประการที่สอง กระแสน้ำเย็นที่ไหลมาจากทะเลแถบขั้วโลกนั้น ยังพัดพาเอาภูเขาน้ำแข็งมาด้วย ทำให้เป็นอันตรายต่อการเดินเรือ อย่างเช่นกระแสน้ำเย็นกรีนแลนด์ตะวันออก และกระแสน้ำเย็นแลบราดอร์ที่นำพาภูเขาน้ำแข็งจากเกาะกรีนแลนด์ มาจนถึงแถบหมู่เกาะนิวฟันด์แลนด์เป็นต้น

ประการที่สาม บริเวณที่มีกระแสน้ำอุ่น และกระแสน้ำเย็นบรรจบกันนั้น ความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างอากาศที่พัดอยู่เหนือกระแสน้ำทั้งสอง เป็นผลให้เกิดการกลั่นตัวของไอน้ำ เป็นหมอกขึ้น และเป็นอุปสรรคต่อการเดินเรือได้ ตัวอย่างเช่น น่านน้ำแถบเกาะนิวฟันด์แลนด์ ซึ่งมีหมอกเกิดขึ้นเป็นประจำ เพราะมีกระแสน้ำเย็นแลบราดอร์กับกระแสน้ำอุ่นกัลฟ์สตรีมมาบรรจบกัน เป็นต้น

บทที่ ๖ บรรยากาศ

ความหมายของบรรยากาศ บรรยากาศ (**Atmosphere**) คือมวลอากาศที่ห่อหุ้มโลกอยู่ ยังไม่ทราบแน่นอนว่ามวลอากาศนี้มีความหนาแค่ใด แต่เชื่อกันว่าคงจะปกคลุมโลกจนถึงระดับความสูงประมาณ ๑,๐๐๐ กิโลเมตร ที่ไม่สามารถทราบได้แน่นอน ก็เพราะว่าอากาศที่ห่อหุ้มโลกนี้มีความแน่นมากที่สุดในชั้นที่อยู่ใกล้กับผิวโลก และค่อย ๆ เบาบางลงทุกที ฉะนั้นในบรรยากาศชั้นสูง ๆ จึงเป็นการยากที่จะตรวจสอบว่าในระยะเท่าใดจึงเป็นเขตที่ไม่มีอากาศเหลืออยู่

ในทางอุตุนิยมวิทยาได้แบ่งบรรยากาศออกเป็นชั้น ๆ แต่ชั้นที่มีความสำคัญต่อมนุษย์เรามากที่สุด คือ ชั้นล่าง ที่เรียกชื่อว่า **โทรพอสเฟียร์ (Troposphere)** เพราะการเปลี่ยนแปลงของอากาศที่เกิดขึ้น เช่น เกิดมีเมฆ มีฝน มีพายุฟ้าคะนองเหล่านี้ ตามปกติก็มีจำกัดอยู่ในเขตโทรพอสเฟียร์นี้ บรรยากาศชั้นล่างสุดนี้ อยู่สูงจากพื้นผิวโลกที่ศูนย์สูตรไม่เกิน ๑๗ กิโลเมตร และที่ขั้วโลกไม่เกิน ๘ กิโลเมตร เหนือจากเขตโทรพอสเฟียร์ขึ้นไป เป็นชั้นของบรรยากาศที่เรียกชื่อว่า **สตราโตสเฟียร์ (Stratosphere)** อันเป็นเขตบรรยากาศที่ไม่ค่อยมีฝุ่นและละอองไอน้ำ ท้องฟ้าจึงปลอดโปร่งแจ่มใส และอากาศคงที่ไม่แปรปรวน เครื่องบินที่มีเพดานบินสูง ๆ ในปัจจุบันจึงพยายามบินอยู่ในชั้นสตราโตสเฟียร์ เพื่อหลีกเลี่ยงพายุและเมฆฝนต่าง ๆ อากาศชั้นสตราโตสเฟียร์นี้อยู่ถัดจากชั้นโทรพอสเฟียร์ขึ้นไป จนถึงระดับความสูงประมาณ ๘๐ กิโลเมตรจากพื้นผิวโลก และแนวแบ่งเขตโทรพอสเฟียร์กับเขตสตราโตสเฟียร์ มีชื่อเรียกว่า **โทรโพพอส (Tropopause)** เหนือชั้นสตราโตสเฟียร์ไปเป็นอากาศชั้นอื่นๆ ซึ่งมีชื่อเรียกแตกต่างกันไป แต่จะไม่นำมากล่าวในที่นี้

ส่วนผสมของบรรยากาศ อากาศซึ่งประกอบกันขึ้นเป็นบรรยากาศห่อหุ้มโลกนั้นเกิดจากการผสมกันของก๊าซต่าง ๆ หลายชนิด นอกจากนี้ยังมีวัตถุอย่างอื่น ๆ ปะปนอยู่ด้วย ได้แก่ไอน้ำ และฝุ่นละอองต่าง ๆ ซึ่งวัตถุที่ปะปนอยู่ด้วยนี้มีปริมาณไม่คงที่แน่นอน แตกต่างกันไปตามที่ต่าง ๆ

ถ้าเป็นอากาศที่แห้งและบริสุทธิ์ จะมีส่วนผสมของก๊าซต่าง ๆ ดังนี้คือ ก๊าซไนโตรเจน มีปริมาณร้อยละ ๗๘ ของอากาศ ก๊าซออกซิเจนร้อยละ ๒๑ ของอากาศ และที่เหลืออีกร้อยละ ๑ นั้น เป็นก๊าซต่าง ๆ เช่น อาร์กอน ไฮโดรเจน คาร์บอนไดออกไซด์ ฯลฯ ก๊าซต่าง ๆ เหล่านี้จะผสมกันเป็นเนื้อเดียว และเนื่องจากก๊าซไนโตรเจนกับก๊าซออกซิเจน ซึ่งมีปริมาณถึงร้อยละ ๙๙ ของอากาศ เป็นก๊าซที่ไม่มีรส สี หรือกลิ่น ฉะนั้น อากาศที่จัดว่าเป็นอากาศบริสุทธิ์ จึงต้องไม่มี รส สี หรือกลิ่น หากมีก๊าซอย่างอื่นเป็นส่วนผสมมากขึ้นก็อาจทำให้อากาศมีสีหรือกลิ่นขึ้นได้ และถือว่าไม่บริสุทธิ์

ละอองไอน้ำและฝุ่นต่าง ๆ มีล่องลอยอยู่ในอากาศทั่วไป แต่จะมีอยู่มากในอากาศชั้นล่าง ในอากาศชั้นสูง ๆ ขึ้นไป ไอน้ำและฝุ่นจะมีอยู่น้อยลงตามลำดับ ฉะนั้นจึงไม่อาจกำหนดปริมาณได้แน่นอน

คุณสมบัติและประโยชน์ของส่วนผสมต่าง ๆ ของอากาศ ทั้งก๊าซและสิ่งปะปนต่าง ๆ ที่ผสมกันเป็นอากาศนั้น มีคุณสมบัติและประโยชน์ต่าง ๆ ดังนี้คือ

๑. **ก๊าซไนโตรเจน** เป็นก๊าซที่มีปริมาณอยู่มากที่สุดในอากาศ และเมื่อผสมเข้ากับสารอื่น ๆ ก็นำมาใช้ประโยชน์ได้มาก เช่นเป็นส่วนประกอบของดินที่ให้ความเจริญเติบโตแก่พืช หรือเกิดเป็นกรดไนตริก (Nitric acid) ที่สร้างเยื่อเซ็ลของร่างกายมนุษย์และสัตว์ ตลอดจนยังนำไปใช้เป็นวัตถุดิบของอุตสาหกรรมเคมีต่าง ๆ เช่น การทำปุ๋ยเคมี การทำวัตถุระเบิด เป็นต้น

๒. **ก๊าซออกซิเจน** เป็นก๊าซที่มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์และสัตว์อย่างมาก และมีคุณสมบัติในการก่อให้เกิดความร้อนและแสงสว่างได้ตลอดจนเป็นสารประกอบสำคัญของน้ำ

๓. **ก๊าซไฮโดรเจน** เป็นก๊าซที่มีน้ำหนักเบาที่สุด และเป็นสารประกอบส่วนใหญ่ของน้ำ

๔. **ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์** เป็นก๊าซที่เกิดจากการเผาไหม้ของสสารประเภทคาร์บอน มีประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตของพืช นอกจากนี้ยังมีคุณสมบัติในการดูดรับความร้อนของแสงอาทิตย์ที่ส่องผ่านชั้นของบรรยากาศด้วย

๕. **ไอน้ำ** เกิดจากการระเหยตัวของน้ำบนพื้นผิวโลก ทั้งในทะเลและมหาสมุทร และในทวีป การระเหยตัวมีทั้งชนิดที่เกิดขึ้นโดยตรง (evaporation) และชนิดที่เกิดจากการคายไอน้ำของพืช สัตว์ และมนุษย์ (transpiration) ซึ่งหายใจเอาไอน้ำออกมา หรือส่งไอน้ำผ่านออกจากใบและผิวหนัง

ตามปกติในอากาศจะมีไอน้ำปะปนอยู่ด้วยเสมอ และปริมาณไอน้ำที่มีมากหรือน้อยนั้นกำหนดเป็นความชื้น (humidity) ของอากาศ หากมีไอน้ำมากก็ถือว่าอากาศมีความชื้นสูง หากมีไอน้ำน้อย ก็จะมีความชื้นต่ำ และอากาศที่มีความชื้นสูง จะมีโอกาสที่จะกลั่นตัว (Condensation) ได้ง่ายกว่าอากาศที่มีความชื้นต่ำ

ไอน้ำในอากาศมีความสำคัญอยู่หลายประการ ประการแรกคือ ทำให้เกิดการกลั่นตัวเป็นหยาดน้ำตกลงมาบนพื้นโลก ที่เรียกว่า **หยาดน้ำฟ้า** (Precipitation) ซึ่งปรากฏในรูปร่างลักษณะต่าง ๆ ได้แก่ ฝน หิมะ ลูกเห็บ น้ำฝนน้ำแข็ง ฯ ล ฯ เป็นต้น ก่อให้เกิดความชุ่มชื้นแก่พื้นดินที่อยู่ห่างไกลจากทะเลและมหาสมุทร ประการที่สอง ทำให้แสงอาทิตย์ที่ส่องผ่านไอน้ำเกิดมีสีสันต่าง ๆ อย่างเช่นเกิดเป็นรุ้งกินน้ำ (rainbow) วงแสง (halo) ดวงอาทิตย์และดวงจันทร์ทรงกลด (corona) ประการที่สาม ไอน้ำมีคุณสมบัติในการดูดรับความร้อนของแสงอาทิตย์ที่ส่องผ่านบรรยากาศได้เช่นเดียวกับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งจะทำให้อากาศมีอุณหภูมิสูงขึ้น และในขณะเดียวกันไอน้ำที่กลั่นตัวเป็นเมฆลอยอยู่ในท้องฟ้านั้น ก็จะทำหน้าที่เป็นม่านกำบังการสะท้อนของความร้อนออกไปจากพื้นผิวโลกในตอนกลางคืน ดังนั้นจะเห็นได้ว่าในตอนกลางคืนที่มีท้องฟ้าโปร่ง ไม่มีเมฆปกคลุม อากาศมักจะเย็นกว่าในคืนที่ท้องฟ้ามีเมฆมาก และประการที่สี่ ไอน้ำมีพลังงานความร้อนแฝงอยู่เป็นจำนวนมาก ซึ่งพลังงานนี้จะก่อให้เกิดพายุฟ้าคะนองได้ ฉะนั้นอากาศที่มีความชื้นสูงจะเกิดพายุได้ง่ายกว่าอากาศแห้ง

๖. **ฝุ่นละออง** ในอากาศมีฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กมาก และล่องลอยอยู่ทั่วไป ฝุ่นละอองนี้เกิดจากสิ่งต่าง ๆ หลายอย่าง เช่นจากฝุ่นที่ลมพัดพามาจากทะเลทรายหรือที่แห้งแล้งอื่น ๆ จากเถ้าและฝุ่นที่พ่นออกมาจากภูเขาไฟ จากการไหม้สลายตัวของดาวตกที่เสียดสีกับอากาศ เมื่อผ่านเข้ามาใกล้ผิวโลก ตลอดจนจากผงเกลือ ซึ่งได้มาจากการระเหยตัวของหยาดน้ำทะเลที่กระเซ็นและถูกลมหอบพัดพาขึ้นไปเบื้องบน

ฝุ่นละอองในอากาศ ทำให้เกิดปรากฏการณ์ต่าง ๆ หลายอย่าง เช่น ทำให้แสงอาทิตย์ตอนรุ่งอรุณและตอนพลบค่ำมีสีแดงเรื่อ หรือทำให้แสงอาทิตย์มืดมัวผิดปกติ ที่เรียกว่า ฟ้าหลัว (haze) นอกจากนี้ คุณสมบัติที่สำคัญของฝุ่นละอองในอากาศ คือทำหน้าที่เป็นแกนกลางให้ไอน้ำเกิดการกลั่นตัว และเกาะติดอยู่กลายเป็นหยดน้ำเล็ก ๆ ลอยอยู่ในอากาศ เกิดเป็นเมฆขึ้น ซึ่งถ้าหากไม่มีฝุ่นละอองเหล่านี้ แม้อากาศจะมีความชื้นมาก ก็อาจจะไม่เกิดการกลั่นตัวขึ้นได้

องค์ประกอบของลมฟ้าอากาศและภูมิอากาศ (Elements of Weather and Climate) บรรยากาศในสถานที่ต่าง ๆ กัน และในระยะเวลาต่าง ๆ กัน จะมีลักษณะไม่เหมือนกัน ลักษณะของบรรยากาศที่มีอยู่นี้ถ้าหากพิจารณาแต่เฉพาะในระยะเวลาสั้น ๆ ก็เรียกว่า **ลมฟ้าอากาศ** หรือ **กาลอากาศ (weather)** แต่ถ้าหากเป็นสภาวะของบรรยากาศที่มีอยู่เป็นประจำในระยะเวลานาน ๆ ก็เรียกว่า **ภูมิอากาศ** หรือ **อากาศประจำถิ่น (climate)** ทั้งลมฟ้าอากาศและภูมิอากาศ จะมีองค์ประกอบสำคัญ ๓ อย่างคือ ๑. อุณหภูมิของอากาศ ๒. ความกดของอากาศ และ ๓. ความชื้นของอากาศ

อุณหภูมิของอากาศ ความร้อนในอากาศได้มาจากการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ซึ่งส่องมาที่พื้นผิวโลก นักวิทยาศาสตร์ได้คำนวณว่าที่พื้นผิวของดวงอาทิตย์นั้นมีอุณหภูมิไม่ต่ำกว่า ๑๐,๐๐๐ องศาฟาเรนไฮท์ และความร้อนที่โลกได้รับจากดวงอาทิตย์นั้นมีไม่ถึงเศษหนึ่ง ส่วน สองพันล้าน ของพลังงานความร้อนทั้งหมดที่ดวงอาทิตย์ส่งออกไป ความร้อนที่มาถึงโลกนั้น เมื่อผ่านชั้นของบรรยากาศจะสูญเสียไปประมาณ ๔๒% คงเหลือเพียง ๕๘% ที่โลกได้รับไว้แท้

จริง ซึ่งในจำนวนนี้เป็นความร้อนที่บรรยากาศดูดรับไว้ ๑๕% และพื้นผิวโลกรับไว้ ๔๓% เมื่อพื้นผิวโลกได้รับความร้อนจากแสงอาทิตย์แล้ว จึงสะท้อนความร้อนให้กับอากาศอีกต่อหนึ่ง ด้วยเหตุนี้จึงกล่าวได้ว่า ความร้อนที่มีอยู่ในอากาศนั้น ได้มาทั้งโดยการดูดรับความร้อนจากแสงอาทิตย์โดยตรงทางหนึ่ง และโดยการรับความร้อนที่สะท้อนออกไปจากพื้นผิวโลกอีกทางหนึ่ง แต่ความร้อนที่ได้รับโดยตรงจากแสงอาทิตย์นั้นมีน้อยกว่าความร้อนที่ได้รับจากที่สะท้อนไปจากพื้นผิวโลก เนื่องด้วยเหตุนี้จึงเห็นได้ว่า ความแตกต่างของอุณหภูมิของอากาศในระดับใกล้พื้นผิวโลกนั้นมีมากกว่าในระดับชั้นสูง ๆ ขึ้นไป

ความแตกต่างของอุณหภูมิของอากาศนั้นขึ้นอยู่กับสาเหตุต่าง ๆ หลายประการ และพอสรุปได้ดังนี้ คือ

(๑) **ละติจูด** ที่บริเวณแถบใกล้เคียงศูนย์สูตร อุณหภูมิของอากาศจะสูงกว่าบริเวณแถบใกล้เคียงขั้วโลก ที่เป็นเช่นนี้ก็เพราะว่าแสงอาทิตย์ที่ส่องมายังพื้นโลกในเขตแถบศูนย์สูตรนั้น ตั้งได้ฉาก หรือเกือบเป็นมุมฉากกับพื้นผิวโลก ทำให้ความร้อนรวมตัวกัน ผิดกับแสงอาทิตย์ที่ส่องมายังบริเวณแถบขั้วโลก ซึ่งเป็นแสงเฉียง ความร้อนกระจายออกไป ทั้งยังต้องส่องผ่านชั้นของบรรยากาศหนากว่าด้วย การสูญเสียความร้อนจึงมีอยู่มากกว่าในแถบศูนย์-สูตร เช่นเดียวกับแสงอาทิตย์ที่ส่องในตอนเที่ยงวัน ย่อมมีความร้อนกว่าแสงอาทิตย์ในตอนเช้าหรือตอนเย็น ด้วยเหตุนี้โดยทั่ว ๆ ไปอุณหภูมิของอากาศในแถบศูนย์สูตรจึงสูง และค่อย ๆ ลดต่ำเมื่อใกล้ไปทางขั้วโลก

(๒) **พื้นดินและพื้นน้ำ** บนพื้นผิวโลกซึ่งมีทั้งพื้นดินและพื้นน้ำสลับกันนั้นมีผลต่ออุณหภูมิของอากาศด้วย เพราะพื้นดินและพื้นน้ำมีคุณสมบัติในการรับและการคายความร้อนไม่เท่ากัน ฉะนั้นแม้ว่าจะตั้งอยู่ในละติจูดเดียวกันแต่อากาศที่ปกคลุมอยู่เหนือทวีป จะมีความแตกต่างจากอากาศที่ปกคลุมอยู่เหนือมหาสมุทร การที่พื้นดินและพื้นน้ำรับและคายความร้อนในอัตราความเร็วไม่เท่ากัน กล่าวคือพื้นดินรับความร้อนได้เร็วกว่าพื้นน้ำ และก็คายความร้อนได้เร็วกว่าพื้นน้ำ ก็เนื่องจากสาเหตุต่าง ๆ ดังนี้

ก. น้ำร้อนตัวโดยต้องใช้ความร้อนมากกว่าพื้นดิน เช่นถ้าจะทำให้น้ำเพิ่ม

อุณหภูมิขึ้น ๑ องศาเซนติเกรด จะต้องใช้ความร้อนถึง ๑๐ เท่าของความร้อนที่จะทำให้ทรายที่มีน้ำหนักเท่ากับน้ำ เพิ่มอุณหภูมิขึ้น ๑ องศาเซนติเกรด และในการที่น้ำจะลดอุณหภูมิลง ๑ องศาเซนติเกรด ก็จะคายความร้อนออก ๑๐ เท่าของความร้อนจากทรายเช่นเดียวกัน

ข. แสงอาทิตย์สามารถส่องทะลุผ่านพื้นน้ำลงไปได้ลึกกว่าพื้นดิน ดังจะเห็นได้ว่าอุณหภูมิของพื้นดินนั้น มีแตกต่างกันในตอนกลางวันและกลางคืน ก็เฉพาะในระดับความลึกไม่เกิน ๑ เมตรเท่านั้น แต่สำหรับพื้นน้ำความแตกต่างของอุณหภูมิ อาจพบในระดับความลึกถึง ๒๐ เมตร ฉะนั้นการที่จะทำให้พื้นน้ำมีอุณหภูมิสูงขึ้น จึงต้องการความร้อนมากกว่าพื้นดิน

ค. พื้นน้ำมีการเคลื่อนไหวได้ เมื่อแสงอาทิตย์ส่องมาที่พื้นน้ำนั้น ความร้อนที่ได้รับที่พื้นผิวน้ำ จะกระจายไปให้กับน้ำในระดับลึกลงไป โดยวิธีการหมุนเวียนของน้ำ แต่สำหรับพื้นดิน ความร้อนจะจำกัดอยู่เฉพาะแต่ที่พื้นผิวหน้าเท่านั้น

ง. ความร้อนที่ให้กับพื้นน้ำนั้น ส่วนหนึ่งจะนำไปใช้ในการทำให้น้ำระเหยตัว แต่สำหรับพื้นดินความร้อนที่สูญเสียไปโดยวิธีนี้ไม่มี

จ. โดยทั่ว ๆ ไป ท้องฟ้าที่อยู่เหนือทะเลและมหาสมุทร มักจะมีเมฆปกคลุมอยู่มากกว่าท้องฟ้าเหนือทวีป ซึ่งเมฆนี้จะช่วยเป็นฉากกรองความร้อนที่จะผ่านลงมาบนพื้นโลก ในขณะเดียวกันก็เป็นฉากกั้นการสะท้อนความร้อนออกด้วย ดังจะเห็นได้ว่าในเขตทะเลทรายซึ่งท้องฟ้าโปร่งเป็นประจำนั้น ตอนกลางวันอุณหภูมิขึ้นสูงมาก แต่พอกลางคืนอุณหภูมิก็ลดลงอย่างรวดเร็ว เพราะไม่มีเมฆช่วยกรองและกั้นความร้อนดังกล่าว

(๓) **ความสูงของพื้นที่** เนื่องจากความร้อนที่มีอยู่ในอากาศส่วนใหญ่เป็นความร้อนที่สะท้อนจากพื้นผิวโลก ดังได้กล่าวมาแล้ว ฉะนั้น อุณหภูมิของอากาศ ตามปกติจึงแตกต่างกันตามระดับความสูงของพื้นที่ หมายความว่าอากาศที่อยู่ติดกับพื้นดิน จะมีอุณหภูมิสูงกว่าอากาศในชั้นสูง ๆ ขึ้นไป การลดอุณหภูมิตามระดับความสูงนี้ เป็น **การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิตามอัตราปกติ (Normal lapse-rate)** ซึ่งอุณหภูมิจะลดลงประมาณ ๑ องศาเซนติเกรดต่อระดับ

สูง ๑๘๐ เมตร (หรือ ๑ องศาฟาเรนไฮท์ต่อระดับสูง ๓๐๐ ฟุต) อากาศบนยอดเขาสูง ๆ แม้ว่าจะอยู่ติดกับพื้นดิน ก็มีอุณหภูมิลดต่ำลงเช่นกัน เพราะความร้อนที่ได้รับจากพื้นดิน จะถูกถ่ายเทไปให้กับอากาศที่อยู่รอบ ๆ ซึ่งเย็นกว่า ด้วยเหตุนี้เมื่อขึ้นไปบนยอดเขาสูง ๆ อากาศจึงเย็นลงตามลำดับ

แต่การลดต่ำลงของอุณหภูมิตามระดับสูงนี้ มีข้อยกเว้น ๒ กรณี คือในกรณีแรก เมื่อผ่านจากชั้นโทรพอสเฟียร์ของบรรยากาศเข้าไปในชั้นสตราโตสเฟียร์ อากาศจะไม่ลดอุณหภูมิลงตามระดับสูงอีกต่อไป ฉะนั้นการลดอุณหภูมิตามระดับสูง จึงมีจำกัดอยู่เฉพาะในชั้นโทรพอสเฟียเท่านั้น ในกรณีที่สอง เมื่อเกิดมีปรากฏการณ์ที่เรียกว่า **อุณหภูมิกลับชั้น (Inversion of Temperature)** จะทำให้อุณหภูมิของอากาศชั้นล่างต่ำกว่าอากาศชั้นบน ปรากฏการณ์เช่นนี้ เกิดขึ้นได้ตามหุบเขาในเขตอากาศอบอุ่นหรือเขตอากาศหนาวในตอนกลางคืน เมื่อพื้นดินคายความร้อนออก และเย็นตัวลง อากาศที่มาสัมผัสกับพื้นดินได้รับความเย็น ก็จมลงมารวมกันอยู่ที่เบื้องล่างของหุบเขา เพราะอากาศเย็นจะมีน้ำหนักเพิ่มขึ้น ด้วยเหตุนี้อุณหภูมิของอากาศที่หุบเขาเบื้องล่าง จะต่ำกว่าอุณหภูมิของอากาศตามลาดเขาสูงขึ้นไป ในเขตอากาศอบอุ่นและเขตอากาศหนาว จึงมักไม่นิยมทำการเพาะปลูกที่พื้นล่างของหุบเขา แต่จะไปเพาะปลูกตามลาดเขาที่อยู่สูงขึ้นไปเล็กน้อย ทั้งนี้เพื่อหลีกเลี่ยงอันตราย จากการที่อุณหภูมิอาจลดต่ำถึงขีดเยือกแข็ง และทำให้พืชผลที่ปลูกไว้เสียหาย

(๔) **การเคลื่อนไหวของอากาศ** อากาศที่เคลื่อนไหวทั้งในทางแนวยืนและแนวนอน มีผลทำให้อุณหภูมิเปลี่ยนแปลงได้ ในทางแนวยืนนั้นเมื่ออากาศลอยตัวขึ้นสูงจะขยายตัวออกและลดอุณหภูมิลง แต่ถ้าอากาศจมตัวลงต่ำ จะอัดแน่นมากขึ้นและเพิ่มอุณหภูมิสูงขึ้น การลดและเพิ่มอุณหภูมิเช่นนี้เกิดจากการขยายตัวและการหดตัวของอากาศอย่างเดียว ไม่ได้รับความร้อนเพิ่มเติม หรือสูญเสียความร้อนไป และเรียกว่า **การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิตามอัตราอะไดอะแบติก (Adiabatic lapse-rate)** ซึ่งผิดกับการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิตามอัตราปกติ **(Normal lapse-rate)** ดังได้กล่าวมาแล้วข้างต้น การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิตามอัตราอะไดอะแบติกนี้ ถ้าเป็นอากาศแห้ง อุณหภูมิจะลดต่ำลง

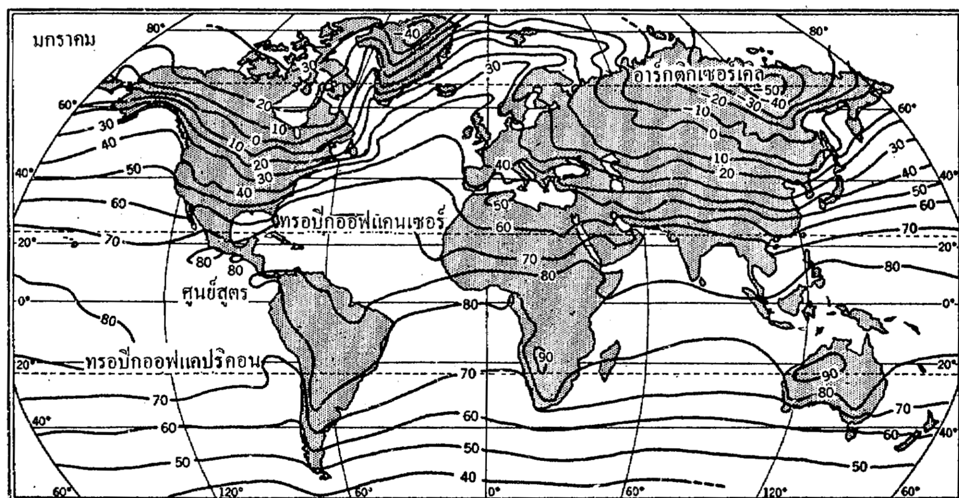
ประมาณ ๘$\frac{๑}{๓}$ องศาเซนติเกรด ต่อระดับสูง ๑๐๐๐ เมตร (หรือ ๕$\frac{๑}{๒}$ องศาฟาเรนไฮท์ต่อระดับสูง ๑๐๐๐ ฟุต) แต่ถ้าเป็นอากาศที่มีความชื้นอิ่มตัวจะมีอัตราการลดอุณหภูมิน้อยกว่านี้ คือประมาณ ๖ องศาเซนติเกรดต่อระดับสูง ๑๐๐๐ เมตร (หรือ ๔ องศาฟาเรนไฮท์ต่อระดับสูง ๑๐๐๐ ฟุต) การที่อากาศมีความชื้นอิ่มตัวมีอัตราการลดอุณหภูมิต่ำกว่าอากาศแห้ง ก็เนื่องจากว่าเมื่ออากาศมีความชื้นอิ่มตัว ลดอุณหภูมิลงนั้น จะเกิดการกลั่นตัวขึ้น และคายความร้อนแฝงออกมา จึงช่วยทำให้อุณหภูมิของอากาศมีอัตราลดช้าลง

การเคลื่อนไหวของอากาศตามแนวนอน ซึ่งทำให้เกิดลมขึ้นนั้น ก็มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของอากาศด้วย เพราะอากาศที่คงตัวอยู่ในที่หนึ่งที่ใดนานพอสมควร จะเกิดมีคุณสมบัติเฉพาะของมัน อย่างเช่นอากาศที่ปกคลุมอยู่แถบขั้วโลก จะมีอุณหภูมิต่ำมาก แต่อากาศที่ปกคลุมอยู่ทางแถบศูนย์สูตรจะมีอุณหภูมิสูง เมื่ออากาศนั้นเคลื่อนที่ไปที่อื่นก็จะทำให้บริเวณที่อากาศเคลื่อนที่ผ่านไป เกิดการเปลี่ยนแปลงทางด้านอุณหภูมิขึ้นได้ ด้วยเหตุนี้ในประเทศไทยเมื่อถึงฤดูหนาวได้รับลมที่พัดมาจากทางเหนือ ซึ่งเคลื่อนที่มาจากบริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำ ทำให้อุณหภูมิของอากาศในประเทศลดต่ำไปด้วย

(๕) **กระแสน้ำ** กระแสน้ำในมหาสมุทรต่าง ๆ มีผลทำให้อุณหภูมิของอากาศชายฝั่งทะเลแตกต่างกันได้ สุดแล้วแต่ว่าเป็นกระแสน้ำอุ่น หรือกระแสน้ำเย็น ดังได้กล่าวมาแล้วในบทที่ ๕

การวัดอุณหภูมิของอากาศใช้เครื่องมือ ๓ ชนิดคือ เทอร์โมมิเตอร์ปรอท เทอร์โมกร๊าฟ และเทอร์โมมิเตอร์สูงสุดและต่ำสุด เทอร์โมมิเตอร์ปรอทนั้นบอกให้ทราบว่าอากาศในขณะที่ตรวจวัดมีอุณหภูมิสูงต่ำแค่ใด ส่วนเทอร์โมกร๊าฟ จะมีแผ่นกร๊าฟบันทึกอุณหภูมิของอากาศติดต่อกันไปในรอบระยะ ๒๔ ชั่วโมงหรือนานกว่านั้น ซึ่งมีประโยชน์มากในการที่จะบอกให้ทราบว่าอุณหภูมิของอากาศมีการเปลี่ยนแปลงไปอย่างไรบ้างในรอบระยะเวลาหนึ่ง และไม่ต้องคอยตรวจวัดอุณหภูมิอยู่ตลอดเวลา ส่วนเทอร์โมมิเตอร์สูงสุดและต่ำสุดนั้น จะบอกให้ทราบว่าในรอบระยะเวลาที่กำหนด เช่น ๒๔ ชั่วโมง มีอุณหภูมิสูงสุดเท่าใดและต่ำสุดเท่าใด

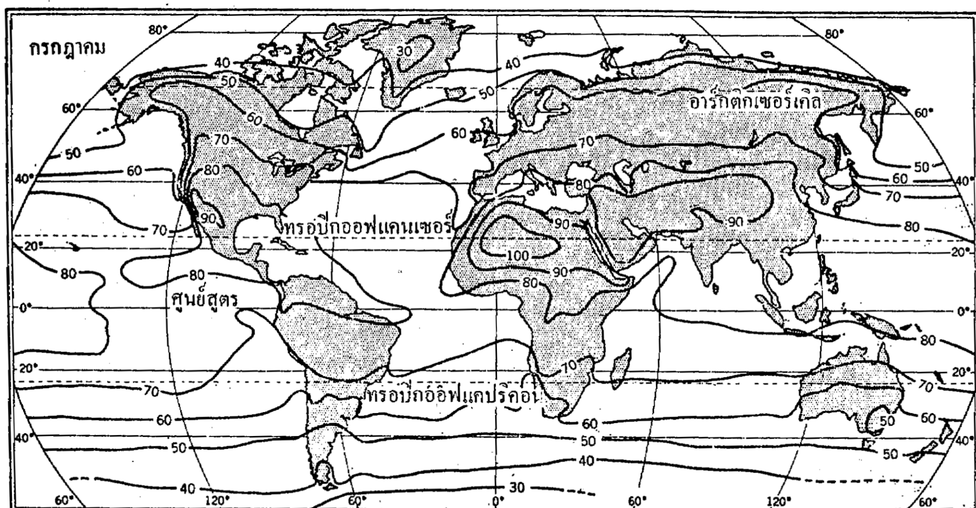
ในทางอากาศวิทยา มีวิธีการแสดงอุณหภูมิของอากาศในที่ต่าง ๆ ลงในแผนที่ โดยการลากเส้นอุณหภูมิเสมอภาค (Isotherms) ลงในแผนที่นั้น เส้นอุณหภูมิเสมอภาคหรือเส้นอุณหภูมิเท่า ก็คือเส้นสมมติซึ่งลากผ่านตำบลในแผนที่ที่มีอุณหภูมิเท่ากัน และกำหนดเป็นองศาเซนติเกรดหรือองศาฟาเรนไฮท์



แสดงเส้นอุณหภูมิเสมอภาคเฉลี่ยที่ระดับน้ำทะเล ในเดือนมกราคม (เป็นองศาฟาเรนไฮท์)

ในแผนที่แสดงเส้นอุณหภูมิเสมอภาคบนพื้นผิวโลกเฉลี่ยที่ระดับน้ำทะเล เดือนมกราคม (ฤดูหนาวของซีกโลกภาคเหนือ) และเดือนกรกฎาคม (ฤดูหนาวของซีกโลกภาคใต้) จะเห็นความแตกต่างของอุณหภูมิตามแนวนอนอย่างชัดเจน โดยทั่ว ๆ ไปอุณหภูมิของอากาศจะเปลี่ยนแปลงไปตามละติจูด ฉะนั้นเส้นอุณหภูมิเสมอภาค จึงมักมีแนวตะวันออก–ตะวันตก ทำนองเดียวกับเส้นขนานละติจูด แต่ไม่ขนานกับเส้นขนานละติจูดทีเดียว เนื่องจากมีอิทธิพลของพื้นดินและพื้นน้ำ และอิทธิพลของกระแสน้ำ และลมประจำเข้ามาเกี่ยวข้องอยู่ด้วย โดยเฉพาะในซีกโลกภาคเหนือ จะเห็นได้ว่าเส้นอุณหภูมิเสมอภาควกไปวกมามากกว่าในซีกโลกภาคใต้ เพราะในซีกโลกภาคเหนือมีพื้นแผ่นดินสลับกับพื้นน้ำ แต่ในซีกโลกภาคใต้ ส่วนใหญ่เป็นพื้นน้ำ

ในเดือนมกราคม ซึ่งเป็นฤดูหนาวของซีกโลกภาคเหนือนั้น จะเห็นได้ว่า บริเวณที่อากาศมีอุณหภูมิต่ำที่สุด อยู่ที่ไซบีเรียทางภาคเหนือของทวีปเอเชียแห่งหนึ่งและที่เกาะกรีนแลนด์อีกแห่งหนึ่ง เมื่อใกล้เข้ามาทางศูนย์สูตรอุณหภูมิจะค่อย ๆ เพิ่มสูงขึ้น จนถึงประมาณ ๘๐ องศาฟาเรนไฮท์ที่แถบศูนย์สูตร และอุณหภูมิจะสูงมากที่สุดในทวีปออสเตรเลีย ทวีปแอฟริกาและทวีปอเมริกาใต้ที่ประมาณละติจูด ๒๐ องศาใต้ จากนั้นอุณหภูมิจะค่อย ๆ ลดต่ำลงเมื่อใกล้ไปทางขั้วโลกใต้ ในทวีปแอนตาร์กติกา อุณหภูมิจะลดต่ำลงเหลือประมาณ —๑๕ ถึง —๒๐ องศาฟาเรนไฮท์



แสดงเส้นอุณหภูมิเสมอภาคเฉลี่ยที่ระดับน้ำทะเล เดือนกรกฎาคม (เป็นองศาฟาเรนไฮท์)

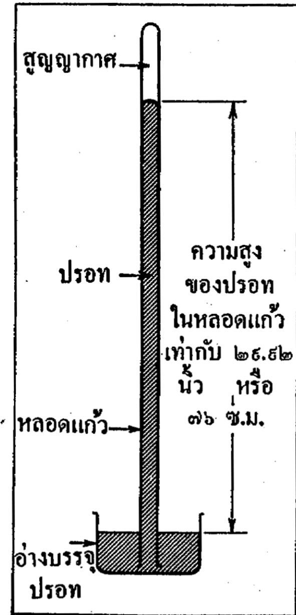
ในเดือนกรกฎาคม เมื่อแสงอาทิตย์ไปตั้งฉากที่เส้นทรอปิกออฟแคนเซอร์ และเป็นฤดูร้อนของซีกโลกภาคเหนือ อุณหภูมิจะเปลี่ยนแปลงไปจากเดือนมกราคม กล่าวคือ ทวีปต่าง ๆ ที่อยู่ในซีกโลกภาคเหนือจะมีอากาศอบอุ่นขึ้น ชายฝั่งมหาสมุทรอาร์กติกในทวีปยุโรป เอเชีย และอเมริกาเหนือมีอุณหภูมิเฉลี่ย ๔๐ องศาฟาเรนไฮท์ และบริเวณที่มีอุณหภูมิสูงที่สุด มีอยู่ที่ใจกลางของทวีปแอฟริกา ทวีปเอเชียและที่ทวีปอเมริกาเหนือ ประมาณละติจูดที่ ๓๐ องศาเหนือ

ในซีกโลกภาคใต้ซึ่งเป็นฤดูหนาวนั้น อุณหภูมิจะค่อย ๆ ลดต่ำลงเมื่อห่างจากศูนย์สูตรออกไป ที่ทวีปแอนตาร์กติกา อุณหภูมิลดต่ำเหลือเพียง —๔๕ องศาฟาเรนไฮท์หรืออาจต่ำกว่านั้น

เส้นอุณหภูมิเสมอภาคที่แสดงไว้ในแผนที่ทั้งสองข้างต้นนี้ ได้ปรับให้เท่ากับอุณหภูมิที่ระดับน้ำทะเลแล้ว ฉะนั้น จึงไม่ได้แสดงให้เห็นถึงอิทธิพลของความสูงของพื้นที่ที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ และจึงไม่ได้เป็นอุณหภูมิของอากาศที่ถูกต้องตามความเป็นจริงทีเดียว

ความกดของอากาศ เนื่องจากอากาศมีน้ำหนัก ฉะนั้นจึงมีความกด น้ำหนักของอากาศที่ซ้อนอยู่ข้างบนจะกดอากาศที่อยู่ชั้นล่าง อากาศชั้นบนจะมีน้ำหนักน้อยจึงมีความกดต่ำ ส่วนอากาศชั้นล่างได้รับน้ำหนักมาก จึงมีความกดสูง ที่ระดับน้ำทะเลบนพื้นผิวโลกอากาศจะมีความกดประมาณ ๑๔.๗ ปอนด์ต่อเนื้อที่หนึ่งตารางนิ้ว ซึ่งก็เท่ากับน้ำหนักของอากาศที่มีอยู่เหนือพื้นที่หนึ่งตารางนิ้วนั้นขึ้นไปจนหมดชั้นของบรรยากาศ ฉะนั้นเมื่อขึ้นไปในระดับสูง ๆ น้ำหนักของอากาศก็จะลดน้อยลง ผู้ที่ได้ทำการทดลองทางฟิสิกส์เป็นคนแรกเกี่ยวกับความกดของอากาศ คือ ทอร์ริเชลลี (Torricelli) ชาวอิตาเลียน ซึ่งได้กระทำในปี พ.ศ. ๒๑๘๖ วิธีทดลองของนักวิทยาศาสตร์ผู้นี้ ได้ใช้เครื่องมือเป็นหลอดแก้วยาวประมาณ ๓ ฟุต มีปลายด้านหนึ่งปิด เอาปรอทใส่ในหลอดแก้วนี้จนเต็ม แล้วจึงปิดปากหลอดไว้ชั่วคราว จากนั้นวางหลอดแก้วคว่ำลงในอ่างซึ่งมีปรอทบรรจุอยู่ เมื่อเปิดปากหลอดซึ่งจมอยู่ในอ่างปรอท ปรากฏว่าปรอทในหลอดแก้วค่อย ๆ ลดต่ำลง เกิดมีสุญญากาศขึ้นที่ปลายหลอด แต่ในที่สุดปรอทในหลอดแก้วจะหยุดอยู่แค่ระดับประมาณ ๓๐ นิ้ว เหนือระดับปรอทในอ่าง แสดงให้เห็นว่าน้ำหนักของอากาศภายนอกได้ดันผิวหน้าของปรอทในอ่างไว้ไม่ให้ปรอทในหลอดแก้วไหลลงมาได้อีก ฉะนั้นความสูงของปรอทในแท่งแก้วซึ่งเท่ากับ ๒๙.๙๒ นิ้ว หรือ ๗๖๐ มิลลิเมตร จึงถือเป็นอัตราความกดโดยเฉลี่ยที่ระดับน้ำทะเล ซึ่งเมื่อไปทดลองทำอย่างเดียวกันนี้ในที่ซึ่งมีระดับความสูงขึ้นไป ปรากฏว่าระดับของปรอทในแท่งแก้วจะลดต่ำลงมาเนื่องจากความกดของอากาศมีลดน้อยลง

ความกดของอากาศในที่ต่าง ๆ และในเวลาต่าง ๆ กัน อาจเปลี่ยนแปลงแตกต่างกันได้ สาเหตุสำคัญที่ทำให้ความกดของอากาศเปลี่ยนแปลงก็ได้แก่



ก. **ระยะสูง (Altitude)** ในระดับใกล้กับผิวโลก ปรากฏว่าโดยเฉลี่ยทุก ๆ ระยะสูง ๑๐๐ เมตร ปรอทในหลอดแก้วจะลดต่ำลง ๙๐ มิลลิเมตร แต่ถ้าสูงขึ้นไปมาก ๆ อัตราการลดต่ำของปรอทจะมีน้อยกว่านี้ ฉะนั้นจึงกล่าวเป็นหลักได้ว่า อากาศที่อยู่ชั้นล่างจะมีความกดสูงกว่าอากาศที่อยู่ชั้นบน ยิ่งขึ้นไปในระยะสูงมากขึ้นเท่าใดอากาศจะมีความกดน้อยลงตามลำดับ เครื่องบินที่บินในระดับความสูงมาก ๆ ภายในเครื่องบินจึงต้องมีการปรับความกดอากาศให้สูงกว่าอากาศภายนอก มิฉะนั้นร่างกายของมนุษย์จะทนไม่ได้และเกิดมีอาการต่าง ๆ ขึ้น เช่น วิงเวียนศีรษะ อึดอัด หายใจไม่ออก จนถึงกับมีเลือดซึมออกทางผิวหนังก็ได้

ข. **อุณหภูมิของอากาศ** อากาศที่มีอุณหภูมิสูงจะขยายตัวออก ทำให้มีความแน่นน้อย ฉะนั้นความกดจึงลดน้อยลงด้วย ตรงกันข้ามกับอากาศที่มีอุณหภูมิต่ำ ความแน่นมากความกดจึงสูง ดังจะเห็นตัวอย่างจากเขตอากาศหนาวแถบขั้วโลกซึ่งมีความกดอากาศสูงเป็นประจำ ผิดกับที่แถบศูนย์สูตรซึ่งมีความกดอากาศต่ำเป็นประจำ แม้แต่อากาศประจำวันที่มีอยู่ในที่แห่งหนึ่งก็มีความกดแตกต่างกันตามระยะเวลา เนื่องจากอุณหภูมิของอากาศเปลี่ยนแปลงไป เช่นในเวลากลางวัน ความกดอากาศจะต่ำกว่าในตอนกลางคืนเป็นต้น กล่าวเป็นหลักได้ว่า ถ้าอากาศมีอุณหภูมิสูง ความกดจะต่ำ แต่ถ้ามีอุณหภูมิต่ำ ความกดจะสูง

ค. **ฤดูกาล** การเปลี่ยนฤดูกาลก็ทำให้ความกดของอากาศเปลี่ยนแปลงได้

ทั้งนี้เกี่ยวข้องกับอุณหภูมิเป็นส่วนใหญ่ ดังจะเห็นได้ว่าในฤดูร้อนอากาศที่ปกคลุมใจกลางทวีปมักจะมีความกดต่ำ แต่พอถึงฤดูหนาวก็กลับเปลี่ยนเป็นความกดสูง ดังนี้เป็นต้น

การวัดความกดของอากาศ ใช้เครื่องมือที่เรียกว่าบาโรมิเตอร์ (**Barometer**) และมีแตกต่างกันเป็นหลายชนิด ได้แก่บาโรมิเตอร์ปรอท (**Mercurial barometer**) บาโรมิเตอร์ตลับ (**Aneroid barometer**) และบาโรกร๊าฟ

หน่วยที่ใช้วัดความกดอากาศ แต่เดิมคิดเป็นนิ้วหรือมิลลิเมตรตามความสูงของปรอทในบาโรมิเตอร์ แต่ในปัจจุบันนิยมใช้หน่วยวัดที่เรียกว่ามิลลิบาร์ (**Millibar**) ซึ่ง ๓๔ มิลลิบาร์จะเท่ากับประมาณ ๑ นิ้ว และความกดโดยเฉลี่ยของอากาศที่ระดับน้ำทะเลจึงเท่ากับ ๒๙.๙๒ นิ้ว หรือ ๗๖๐ มิลลิเมตร หรือ ๑๐๑๓.๒ มิลลิบาร์

ในแผนที่แสดงความกดของอากาศในพื้นที่ต่าง ๆ กัน ก็ใช้**เส้นความกดเสมอภาค (Isobar)** ลากในแผนที่ เป็นเส้นสมมติที่ลากผ่านตำบลต่าง ๆ ที่มีความกดของอากาศเท่ากัน

การเคลื่อนไหวของอากาศ จากการที่อากาศมีความกดแตกต่างกันจะทำให้เกิดมีการเคลื่อนไหวของอากาศขึ้น ซึ่งอากาศจะเคลื่อนที่จากบริเวณที่มีความกดสูงไปยังบริเวณที่มีความกดต่ำ ถ้าหากการเคลื่อนไหวของอากาศนี้เป็นไปในทางแนวนอน ก็เรียกว่า **ลม** แต่ถ้าหากเป็นการเคลื่อนไหวในทางแนวยืน ก็เรียกว่า **กระแสอากาศ**

ก. **กระแสอากาศ** อากาศชั้นบนกับอากาศชั้นล่าง เมื่อมีความกดแตกต่างกันก็จะทำให้มีการเคลื่อนไหวในลักษณะของกระแสอากาศ หากอากาศชั้นล่างได้รับความร้อนก็จะขยายตัวออกและลอยสูงขึ้น เกิดมีกระแสอากาศที่เคลื่อนที่จากพื้นผิวโลกขึ้นไป แต่ถ้าอากาศชั้นบนได้รับความเย็นก็จะหดตัวมีความแน่นมากขึ้นและไหลลงต่ำ เกิดมีกระแสอากาศที่เคลื่อนที่ลงมาสู่พื้นผิวโลก การเคลื่อนที่ของกระแสอากาศมีผลต่อลมฟ้าอากาศด้วยอย่างมาก เพราะถ้าหากเป็นกระแสอากาศที่ลอยตัวขึ้นสูง จะเนื่องด้วยได้รับความร้อนหรือถูกอากาศจากที่อื่นเคลื่อนที่เข้ามาดันให้ลอยตัวขึ้นก็ตามแต่ อุณหภูมิของอากาศ

แสดงเส้นความกดเสมอภาคเฉลี่ยที่ระดับน้ำทะเลในเดือนมกราคม

แสดงเส้นความกดเสมอภาคเฉลี่ยที่ระดับน้ำทะเลในเดือนกรกฎาคม

ที่ลอยตัวขึ้นนั้นจะค่อย ๆ ลดต่ำลงตามระดับความสูง เป็นการลดอุณหภูมิตามอัตราอะไดอะแบติก ดังได้กล่าวมาแล้ว (คือลดอุณหภูมิเพราะอากาศขยายตัวออก) จนในที่สุดก็เกิดมีการกลั่นตัวของไอน้ำในอากาศ เป็นเมฆ หรือฝน ตรงกันข้ามถ้าเป็นกระแสอากาศที่ไหลลงต่ำ อุณหภูมิของอากาศจะเพิ่มสูงขึ้นและจึงไม่มีการกลั่นตัวของไอน้ำ ทำให้อากาศแห้ง ด้วยเหตุนี้จึงเห็นได้ว่าในบริเวณพื้นผิวโลกที่มีกระแสอากาศลอยขึ้นสูงนั้น ท้องฟ้ามักจะมีเมฆปกคลุมอยู่มาก และเกิดมีฝนตกได้ง่าย ผิดกับบริเวณที่มีกระแสอากาศลอยต่ำลง ที่ท้องฟ้ามักจะปลอดโปร่ง อากาศแห้ง ไม่มีฝนตก

ข. **ลม** เป็นการเคลื่อนไหวของอากาศ จากบริเวณที่อากาศมีความกดสูงไปสู่บริเวณที่อากาศมีความกดต่ำ ในทางแนวนอน ซึ่งอาจจะเป็นการเคลื่อนไหวของอากาศในระดับชั้นล่างติดกับพื้นผิวของโลก หรือในระดับชั้นสูงก็ได้ แต่ที่มีความสำคัญกับลมฟ้าอากาศนั้น ส่วนใหญ่เป็นลมในระดับชั้นล่าง

การเคลื่อนไหวของอากาศในลักษณะของลมนั้นมีความสำคัญหลายประการ ประการแรก คือทำให้ความร้อนที่พื้นผิวโลกได้รับจากแสงอาทิตย์แผ่กระจายออกไป เพราะอากาศที่เคลื่อนที่จากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง มักมีอุณหภูมิแตกต่างจากอุณหภูมิที่มีอยู่เป็นประจำในที่ที่มันเคลื่อนตัวผ่านไป จึงทำให้เกิดความเปลี่ยนแปลงทางด้านอุณหภูมิขึ้น สุดแล้วแต่ว่าจะได้รับลมที่พัดมาจากเขตร้อนหรือเขตหนาว ประการที่สองลมยังช่วยนำพาความชื้นไปให้กับสถานที่ต่าง ๆ ด้วย บริเวณที่อยู่ห่างไกลจากทะเลและมหาสมุทร แต่มีความชื้น ก็เพราะได้รับฝนที่เกิดจากไอน้ำที่ลมพัดพามาจากทะเลและมหาสมุทร ในขณะเดียวกันลมก็มีส่วนช่วยในการทำให้น้ำเกิดการระเหยตัวได้รวดเร็วขึ้น ถ้าหากเป็นลมแห้ง ประการที่สามกำลังแรงของลมอาจจะนำไปใช้ประโยชน์เป็นพลังงานได้ เช่นใช้หมุนกังหัน เครื่องจักรและเครื่องสูบน้ำ ใช้แล่นเรือใบ แต่ถ้ามีกำลังแรงมากก็อาจก่อให้เกิดอันตราย และความเสียหายได้ เช่นเวลาที่เกิดมีพายุไต้ฝุ่น พายุทอร์เนโด เป็นต้น

ทิศทางลมและกำลังลม ทิศทางที่ลมพัดย่อมมีความสัมพันธ์กับที่ตั้งของบริเวณความกดอากาศสูงและบริเวณความกดอากาศต่ำ ซึ่งจะเห็นได้ว่าลมจะ

พัดจากบริเวณความกดอากาศสูง ไปสู่บริเวณความกดอากาศต่ำเสมอไป ฉะนั้น เมื่อดูแผนที่แสดงความกดอากาศที่มีเส้นความกดเสมอภาค ลากไว้ในแผนที่นั้น ก็สามารถทราบได้ว่าลมพัดจากทิศใดไปยังทิศใด แต่ตามธรรมดานั้น ลมจะไม่พัดจากบริเวณความกดอากาศสูงตรงไปยังบริเวณความกดอากาศต่ำทีเดียว เนื่องจากการหมุนรอบตัวเองของโลก และจะพัดเฉไปทางขวาในซีกโลกเหนือ และพัดเฉไปทางซ้ายในซีกโลกใต้ **ตามกฎของบายส์ แบลลอต (Buys Ballot's Law)** ซึ่งตั้งเป็นหลักไว้ว่า ในซีกโลกเหนือ ถ้าเรายืนหันหน้าไปตามลม (คือให้ลมพัดมาทางข้างหลัง) ทางซ้ายมือจะเป็นบริเวณที่มีความกดอากาศต่ำ และทางขวามือจะเป็นบริเวณที่มีความกดอากาศสูง ส่วนในซีกโลกใต้ จะตรงกันข้าม คือ ทางซ้ายมือจะเป็นบริเวณความกดอากาศสูง และทางขวามือจะเป็นบริเวณความกดอากาศต่ำ

กำลังแรงของลมจะมีมากหรือน้อยเพียงใดนั้น ขึ้นอยู่กับความแตกต่างของความกดอากาศ และระยะห่างระหว่างบริเวณความกดอากาศสูงกับบริเวณความกดอากาศต่ำ ถ้ามีความกดแตกต่างกันมากในระยะทางไม่ห่างจากกันมากนัก ลมจะพัดแรงมาก เช่นเดียวกับน้ำย่อมไหลได้เร็ว หากไหลไปตามพื้นที่ที่มีความชันมาก กำลังแรงของลมจึงขึ้นอยู่กับ **ความชันของความกดอากาศ (Pressure Gradient)** ซึ่งจะเห็นได้ชัดเจนจากแผนที่แสดงความกดอากาศที่มีเส้นความกดเสมอภาคลากถี่ ๆ กันมาก

เครื่องมือวัดความแรงของลม มีใช้กัน ๒ ชนิดคือ **เครื่องวัดลมแบบรูปถ้วย (Cup Anemometer)** อย่างหนึ่ง กับ **เครื่องวัดลมแบบกร๊าฟ (Anemograph)** อีกอย่างหนึ่ง หน่วยวัดความเร็วของลมมีทั้งที่กำหนดเป็นกิโลเมตร (หรือไมล์) ต่อชั่วโมง หรือเป็นนอต (ไมล์ทะเลต่อชั่วโมง) นอกจากนี้ยังมีหน่วยวัดอีกอย่างหนึ่งซึ่งนิยมใช้กันในทางอุตุนิยมวิทยา เรียกว่า **มาตรส่วนโบฟอร์ต (Beaufort's Scale)** เป็นหน่วยวัดที่ พลเรือเอก เซอร์ ฟรานซิส โบฟอร์ต ชาวอังกฤษคิดขึ้นใน พ.ศ. ๒๓๔๘ โดยกำหนดกำลังแรงของลมเป็น ๑๓ ขั้น เริ่มจากขั้น ๐ ซึ่งเป็นลมสงบเงียบจนถึงขั้นที่ ๑๒ ซึ่งเป็นลมพายุที่มีกำลังแรงจัดในพายุโซนร้อน ตามตารางดังต่อไปนี้

ตารางมาตราส่วนโบฟอร์ต เปรียบเทียบกับความเร็วลมและเครื่องสังเกต

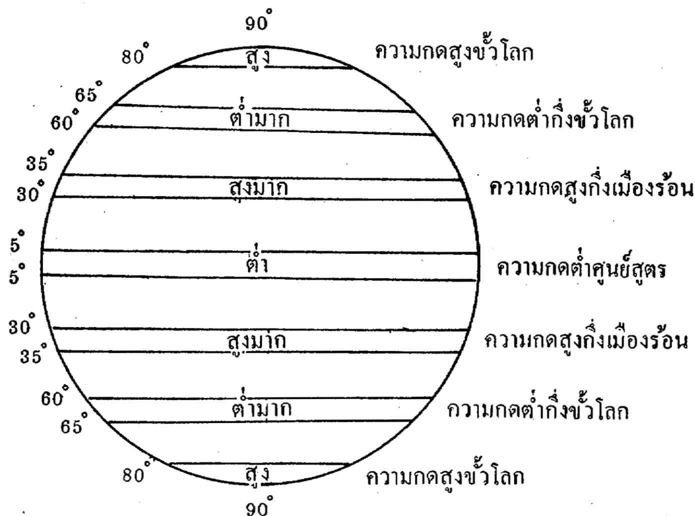
กำลังโบฟอร์ต	ลักษณะ	ความเร็ว นอต	ความเร็ว กม./ชม.	เครื่องหมาย
0	Calm	1	1	สงบ ควันลอยตัวตรง ใบไม้นิ่ง
1	Light air	1 – 3	1 – 5	ควันลอยเฉจากทางตรง และลอยไปตามลม ลูกศรไม่หันตามทิศลม
2	Light breeze	4 – 6	6 – 11	รู้สึกลมพัดที่หน้า ใบไม้กระดิก ศรลมหันตามทิศลม
3	Gentle breeze	7 – 10	12 – 19	ใบไม้ และกิ่งเล็ก ๆ ไหว
4	Moderate breeze	11 – 16	20 – 28	ฝุ่นฟุ้ง กระดาษปลิว ใบไม้ไหว
5	Fresh breeze	17 – 21	29 – 38	น้ำเป็นระลอก ต้นไม้เอนเอียง
6	Strong breeze	22 – 27	39 – 49	ลวดสายโทรเลขดังหวือ ๆ ใช้ร่มไม่สะดวก
7	Moderate gale	28 – 33	50 – 61	ต้นไม้โยกทั้งต้น เดินทวนลมรู้สึกไม่สะดวก
8	Fresh gale	34 – 40	62 – 74	กิ่งไม้เล็ก ๆ หัก เดินทวนลมไม่สะดวกมาก
9	Strong gale	41 – 47	75 – 88	มีการหักพังบ้าง เช่นหลังคา
10	Whole gale	48 – 55	89 – 102	ต้นไม้ถอนราก มีการหักพังมากขึ้น
11	Storm	56 – 63	103 – 117	เสียหายร้ายแรงทั่วไป
12	Hurricane Cyclone Typhoon	64 ขึ้นไป	118 ขึ้นไป	เสียหายร้ายแรงทั่วไป

ประเภทของลม ลมแบ่งออกเป็นประเภทใหญ่ ๆ ๒ ประเภท คือลมระดับชั้นล่างหรือลมระดับพื้นผิว (Surface winds) ประเภทหนึ่ง กับลมระดับชั้นบน (Upper winds) อีกประเภทหนึ่ง แต่ลมระดับชั้นล่างนั้นมีความสำคัญต่อการเปลี่ยนแปลงของลมฟ้าอากาศ และเข้ามาเกี่ยวข้องกับความเป็นอยู่ของมนุษย์เรามากกว่าลมระดับชั้นบน

ลมระดับชั้นล่าง แบ่งออกเป็นประเภทต่าง ๆ ตามเหตุที่เกิดและบริเวณที่เกิด คือ เป็นลมประจำปี ลมประจำฤดู ลมประจำเวลา ลมประจำถิ่น และลมพายุ

ลมประจำปี เป็นลมที่พัดอยู่เป็นประจำตลอดทั้งปีในส่วนต่าง ๆ ของโลก อันเป็นผลมาจากการเกิดบริเวณความกดอากาศสูง และบริเวณความกดอากาศต่ำของโลก (**World Pressure Belts**) ซึ่งมีอยู่ ณ ที่ต่าง ๆ คือ

(ก) บริเวณความกดอากาศต่ำ มีเกิดขึ้นที่แถบศูนย์สูตร ซึ่งอากาศมีอุณหภูมิสูง ได้รับความร้อนจากแสงอาทิตย์มาก และที่ช่วงละติจูดประมาณ ๖๐—๖๕ องศาเหนือ และ ๖๐—๖๕ องศาใต้ อีก ๒ แห่งรวมเป็น ๓ แห่ง



ไดอาแกรมแสดงบริเวณความกดอากาศสูง และบริเวณความกดอากาศต่ำของโลก

บริเวณความกดอากาศต่ำที่ศูนย์สูตร เรียกชื่อว่า **Equatorial Low** (ความกดต่ำศูนย์สูตร) ส่วนที่ละติจูด ๖๐—๖๕ องศา เรียกชื่อว่า **Sub-Polar Low** (ความกดต่ำกึ่งขั้วโลก)

(ข) บริเวณความกดอากาศสูง มีเกิดขึ้นที่แถบขั้วโลกทั้งสอง ซึ่งมีอากาศหนาวจัด และที่ช่วงละติจูดประมาณ ๓๐—๓๕ องศาเหนือ และ ๓๐—๓๕ องศาใต้ จึงมีอยู่รวม ๔ แห่ง บริเวณความกดอากาศสูงที่แถบขั้วโลก เรียกชื่อว่า **Polar High** (ความกดสูงขั้วโลก) ส่วนบริเวณความกดสูงที่ช่วงละติจูด ๓๐—๓๕ องศา เรียกชื่อว่า **Sub-Tropical High** (ความกดสูงกึ่งเมืองร้อน) บริเวณความกดสูงและบริเวณความกดต่ำดังกล่าวข้างต้นนี้ จะอยู่ไม่คงที่ทีเดียว แต่จะ

เลื่อนที่เหนือขึ้นไป หรือใต้ลงมาได้เล็กน้อยตามฤดูกาล นอกจากนี้ยังไม่ติดต่อเป็นแนวเดียวกันตามละติจูดโดยตลอด เพราะพื้นผิวโลกมีพื้นดิน (ทวีป) กับพื้นน้ำ (ทะเลและมหาสมุทร) สลับกัน ซึ่งความกดอากาศเหนือพื้นดินและพื้นน้ำจะแตกต่างกันตามฤดูกาล ฉะนั้น แม้จะตั้งอยู่ในช่วงละติจูดเดียวกัน แต่อากาศเหนือมหาสมุทรอาจเป็นบริเวณความกดอากาศสูง แต่เหนือทวีปเป็นบริเวณความกดอากาศต่ำก็ได้ ดังจะเปรียบเทียบได้จากไดอาแกรมแสดงบริเวณความกดอากาศของโลก ซึ่งควรจะเป็นอยู่หากพื้นผิวโลกประกอบด้วยพื้นดินหรือพื้นน้ำแต่อย่างเดียวกับแผนที่แสดงบริเวณความกดอากาศของโลกที่เป็นอยู่จริง ๆ ในฤดูหนาวและฤดูร้อน

เมื่อบริเวณต่าง ๆ ของโลก มีความกดอากาศแตกต่างกันอยู่เป็นประจำเช่นนี้ ก็เกิดมีลมที่พัดเคลื่อนที่จากบริเวณความกดอากาศสูงไปยังบริเวณความ-กดอากาศต่ำ และตาม**กฎของเฟอเรล (Ferrel's Law)** กล่าวว่า จากอำนาจในการหมุนรอบตัวเองของโลกทำให้วัตถุใด ๆ ในโลกที่เคลื่อนที่ไปตามแนวนอนหากอยู่ในซีกโลกเหนือ มันจะเคลื่อนที่เฉไปทางขวา และในซีกโลกใต้จะเคลื่อนที่เฉไปทางซ้าย ฉะนั้นลมเมื่อพัดจากบริเวณความกดอากาศสูงไปยังบริเวณความกดอากาศต่ำก็จะพัดเฉไปตามกฎของเฟอเรล เกิดเป็นลมประจำต่าง ๆ ที่มีทิศทางดังนี้คือ

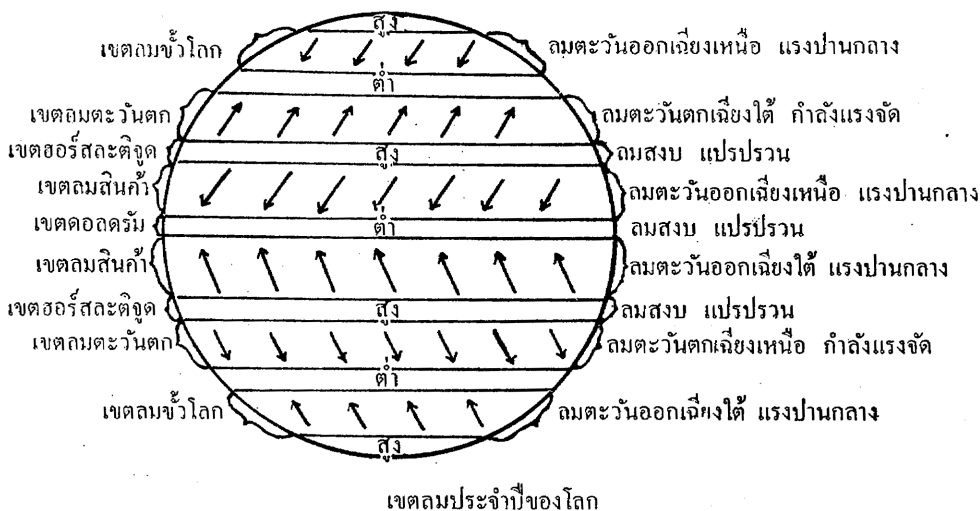
ก. **ลมสินค้า (Trade Winds)** เป็นลมที่พัดจากบริเวณความกดอากาศสูงที่ละติจูด ๓๐—๓๕ องศา ไปยังบริเวณความกดอากาศต่ำที่ศูนย์สูตร ในซีกโลกเหนือจะเป็นลมสินค้าตะวันออกเฉียงเหนือ และในซีกโลกใต้จะเป็นลมสินค้าตะวันออกเฉียงใต้

ข. **ลมตะวันตก (Prevailing Westerlies)** เป็นลมที่พัดจากบริเวณความกดอากาศสูงที่ละติจูด ๓๐—๓๕ องศา ไปยังบริเวณความกดอากาศต่ำที่ละติจูด ๖๐—๖๕ องศา ในซีกโลกเหนือมีลมตะวันตกเฉียงใต้ ส่วนในซีกโลกใต้มีลมตะวันตกเฉียงเหนือ

ค. **ลมขั้วโลก (Polar Winds)** เป็นลมที่พัดจากบริเวณความกดอากาศสูงที่ขั้วโลก ไปยังบริเวณความกดอากาศต่ำที่ละติจูด ๖๐—๖๕ องศา และเป็น

ลมตะวันออกเฉียงเหนือในซีกโลกเหนือ กับลมตะวันออกเฉียงใต้ในซีกโลกใต้

เขตลมประจำปีของโลก จากการที่มีลมประจำพัดมาจากทิศทางต่าง ๆ ดังกล่าวมาแล้วข้างต้น จึงอาจแบ่งเขตของโลกออกเป็นส่วน ๆ ตามประเภทของลมประจำที่ได้รับ ดังนี้คือ



เขตลมประจำปีของโลก

(ก) **เขตดอลดรัม (Doldrum Belt)** เป็นเขตลมสงบแถบศูนย์สูตรซึ่งมีลมพัดไม่แน่ทิศ (คือไม่มาทางทิศหนึ่งทิศใดโดยเฉพาะ) และลมมีกำลังอ่อน การเคลื่อนไหวของอากาศส่วนใหญ่เป็นการเคลื่อนไหวของกระแสอากาศคือลอยตัวสูงขึ้น ฉะนั้นในเขตดอลดรัม ท้องฟ้าจึงมักมีเมฆปกคลุมอยู่มาก และมักจะมีฟ้าคะนอง มีฝนตกหนักบ่อย ๆ

(ข) **เขตลมสินค้า (Trade Wind Belt)** ในเขตที่อยู่ระหว่างละติจูด ๓๐ หรือ ๓๕ องศา กับละติจูด ๕ หรือ ๑๐ องศา จะได้รับลมสินค้า ซึ่งพัดมาจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือในซีกโลกเหนือ และทิศตะวันออกเฉียงใต้ในซีกโลกใต้ เป็นลมที่พัดมีกำลังแรงปานกลาง มีความเร็วประมาณ ๑๖ – ๒๔ กิโลเมตรต่อชั่วโมง ในเขตลมสินค้านี้ส่วนใหญ่มักจะมีอากาศปลอดโปร่ง ไม่ค่อยมีพายุ ท้องฟ้าแจ่มใส นอกจากบริเวณที่อยู่ใกล้เข้ามาทางเขตดอลดรัมที่อาจเกิดพายุโซนร้อนขึ้นได้

เนื่องจากลมสินค้านี้พัดสม่ำเสมอ แน่ทิศ และมีกำลังแรงปานกลาง ในสมัยโบราณจึงมีประโยชน์แก่การเดินเรือสินค้าที่แล่นใบเป็นอย่างมาก และการที่เรียกชื่อว่า ลมสินค้า ก็คงจะเป็นเพราะเกี่ยวข้องกับการเดินเรือค้าขายในสมัยโบราณนั้นเอง

(ค) **เขตฮอร์สละติจูด (Horse Latitudes)** เป็นเขตลมสงบบริเวณความกดอากาศสูงกึ่งเมืองร้อน ซึ่งอยู่ระหว่างเขตลมสินค้ากับเขตลมตะวันตก และมีลมพัดไม่แน่ทิศเช่นเดียวกับเขตดอลดรัม แต่แตกต่างจากเขตดอลดรัมในตอนที่ว่าเขตฮอร์สละติจูดนั้น มีกระแสอากาศที่ไหลลงต่ำแล้วพัดแยกออกไปจากศูนย์กลาง ฉะนั้นจึงมีอากาศแห้ง ท้องฟ้าโปร่ง มีแสงแดดมาก มีฝนตกน้อย

(ง) **เขตลมตะวันตก (Westerly Wind Belt)** เขตระหว่างละติจูดที่ ๓๐ หรือ ๔๐ องศา กับละติจูดที่ ๖๐ หรือ ๖๕ องศา เป็นเขตที่ได้รับลมประจำจากตะวันตก คือจากทิศตะวันตกเฉียงใต้ในซีกโลกเหนือ และทิศตะวันตกเฉียงเหนือในซีกโลกใต้ ลมตะวันตกนี้มักมีกำลังแรง โดยเฉพาะในฤดูหนาวจะเกิดมีพายุบ่อย ๆ และในซีกโลกใต้ลมจะมีกำลังแรงมากกว่าในซีกโลกเหนือ เนื่องจากว่าในซีกโลกใต้เป็นพื้นน้ำติดต่อกันไป ไม่มีทวีปคั่นอยู่เป็นตอน ๆ เหมือนอย่างในซีกโลกเหนือ ระหว่างละติจูดที่ ๔๐ ถึง ๖๐ องศาใต้ ลมตะวันตกมีกำลังแรงมาก จนในสมัยโบราณชาวเรือขนานนามว่า 'The roaring forties, the furious fifties, the screaming sixties' ซึ่งมีความหมายไปในทำนองว่า ลมพัดแรงจัดจนส่งเสียงดังคล้ายเสียงคำรามหรือแผดเสียง

บริเวณที่เชื่อมต่อระหว่างเขตลมตะวันตกกับเขตลมขั้วโลก ประมาณละติจูดที่ ๖๐ ถึง ๖๕ องศา ซึ่งเป็นเขตความกดต่ำกึ่งขั้วโลกนั้น เป็นอีกเขตหนึ่งที่มีลมพัดไม่แน่ทิศ บางครั้งก็ได้รับลมตะวันตก และบางครั้งก็ได้รับลมตะวันออกซึ่งพัดมาจากแถบขั้วโลก และยังเป็นเขตที่มักมีพายุไซโคลนเกิดขึ้นเป็นประจำ ทำให้มีฝนตกชุก โดยเฉพาะทางด้านตะวันตกของทวีป จะได้รับฝนประเภทที่เกิดจากพายุหมุน (Cyclonic rainfall) อยู่มาก

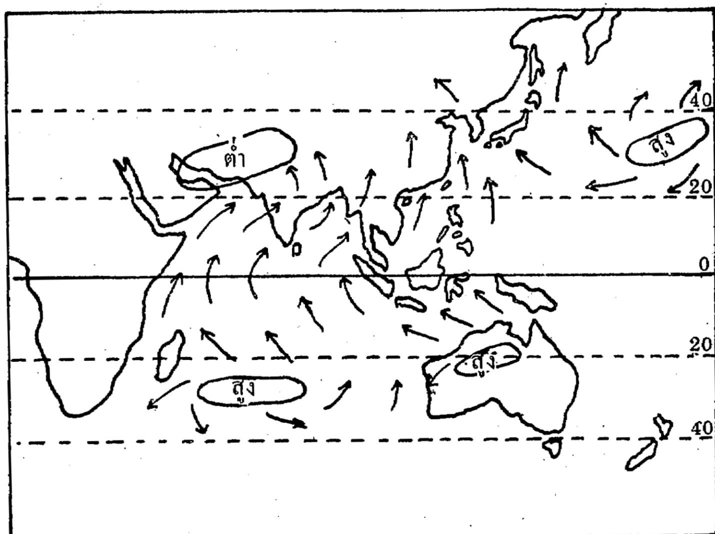
(จ) **เขตลมขั้วโลก (Polar Wind Belt)** จากละติจูดที่ ๖๐ หรือ ๖๕

องศาไปจนถึงขั้วโลก เป็นเขตที่ได้รับลมที่พัดออกมาจากบริเวณความกดอากาศสูงแถบขั้วโลก ลมขั้วโลกนั้นโดยปกติพัดมีกำลังแรงปานกลาง แต่บางครั้งก็เกิดเป็นพายุได้ ที่เรียกว่า พายุหิมะ **(blizzard)**

ลมประจำฤดู เป็นลมที่พัดเปลี่ยนทิศทางตามฤดูกาล เรียกกันว่า **ลมมรสุม (Monsoon)** พัดอยู่ในภาคตะวันออก ภาคตะวันออกเฉียงใต้ และภาคใต้ของทวีปเอเชีย รวมทั้งภาคตะวันออกของทวีปแอฟริกา และภาคเหนือของทวีปออสเตรเลียด้วย

สาเหตุที่เกิดลมมรสุมขึ้น ก็เนื่องจากความแตกต่างของความกดอากาศที่มีอยู่ในทวีปกับที่มีอยู่เหนือมหาสมุทร ในฤดูร้อนและในฤดูหนาว ทำให้เกิดมีลมพัดเคลื่อนที่จากบริเวณความกดอากาศสูงไปสู่บริเวณความกดอากาศต่ำ เปลี่ยนทิศทางไปตามฤดู และมีกำลังแรงมากกว่าลมประจำปีที่ควรจะพัดอยู่ตามปกติ โดยที่ทวีปเอเชียมีขนาดใหญ่มาก และจึงมีอุณหภูมิสูงมากเมื่อได้รับความร้อนจากแสงอาทิตย์ในตอนกลางฤดูร้อน ทำให้ความกดอากาศต่ำกว่ามหาสมุทรอินเดียและมหาสมุทรแปซิฟิกที่อยู่ใกล้เคียง แต่พอถึงฤดูหนาวอุณหภูมิทางตอนในของทวีปก็ลดต่ำมาก และจึงมีความกดอากาศสูงกว่าในมหาสมุทรทั้งสองเช่นกัน ทำให้เกิดมีลมมรสุมขึ้นดังกล่าว ในทวีปอเมริกาเหนือ การพัดเปลี่ยนทิศทางของลมทำนองเดียวกับลมมรสุมก็เกิดมีขึ้นทางภาคตะวันออกของทวีป คือในฤดูร้อนจะมีลมพัดจากอ่าวเม็กซิโกเข้าไปในที่ราบภาคกลางของทวีปอเมริกาเหนือ แต่พอถึงฤดูหนาวก็มีลมพัดจากภาคกลางของแคนาดา ลงมาทางอ่าวเม็กซิโก แต่โดยที่ทวีปอเมริกาเหนือมีขนาดเล็กกว่าทวีปเอเชีย (ซึ่งรวมทวีปยุโรปด้วย) ฉะนั้นการพัดเปลี่ยนทิศทางของลมตามฤดู จึงเห็นได้ไม่ชัดเจนมากเหมือนกับลมมรสุมในทวีปเอเชีย และเมื่อพูดถึงลมมรสุมก็มักจะหมายถึงในทวีปเอเชียเท่านั้น

ก. **ลมมรสุมฤดูร้อน** ในฤดูร้อนของซีกโลกเหนือ (เดือนมิถุนายน—สิงหาคม) ภาคใต้และภาคตะวันออกของทวีปเอเชียมีบริเวณความกดอากาศต่ำมีศูนย์กลางอยู่ที่ภาคตะวันตกเฉียงเหนือของคาบสมุทรอินเดีย ในขณะเดียวกันมีบริเวณความกดอากาศสูง ในมหาสมุทรอินเดียและทวีปออสเตรเลียที่ฮอร์ส-

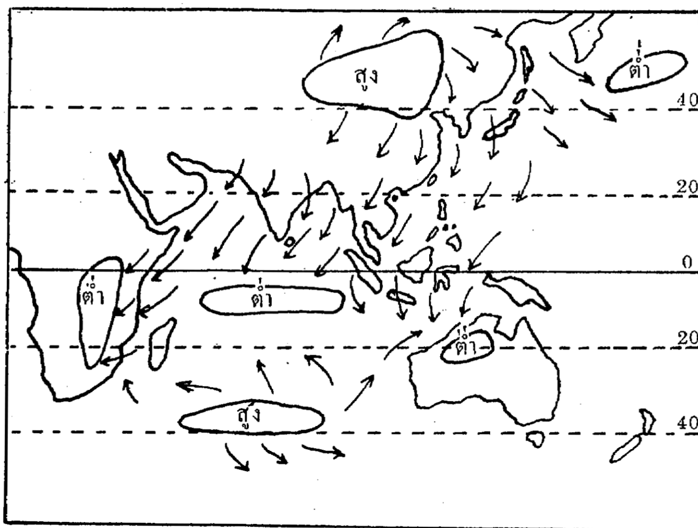


ลมมรสุมฤดูร้อน

ละติจูดของซีกโลกใต้ กับที่มหาสมุทรแปซิฟิกในเขตฮอร์สละติจูดของซีกโลกเหนือ และจึงมีลมพัดออกจากบริเวณความกดอากาศสูงทั้งสองแห่ง เข้ามาหาบริเวณความกดอากาศต่ำ ทางตะวันตกเฉียงเหนือของคาบสมุทรอินเดีย ปรากฏมีลมที่พัดตามทิศทางดังนี้คือ ในมหาสมุทรอินเดียจะมีลมที่พัดจากบริเวณความกดอากาศสูงในมหาสมุทรอินเดีย และในทวีปออสเตรเลียที่เขตฮอร์สละติจูดซีกโลกใต้ ข้ามศูนย์สูตร เป็นลมทิศใต้หรือตะวันตกเฉียงใต้ เข้ามาทางฝั่งของอินเดีย พม่า ฝั่งตะวันตกของไทย และฝั่งตะวันออกของทวีปแอฟริกา ในมหาสมุทรแปซิฟิก จะมีลมที่พัดจากบริเวณความกดอากาศสูงในทวีปออสเตรเลียและจากบริเวณความกดอากาศสูงในมหาสมุทรแปซิฟิก เข้ามาทางชายฝั่งตะวัน-ออกและตะวันออกเฉียงใต้ของทวีป เป็นลมที่พัดมาจากทิศใต้ หรือตะวันออกเฉียงใต้

ในระหว่างฤดูร้อนของซีกโลกเหนือนี้ จึงเป็นระยะเวลาที่ทวีปเอเชียและทวีปแอฟริกาด้านที่อยู่ติดต่อกับมหาสมุทรอินเดีย และมหาสมุทรแปซิฟิก ได้รับลมที่พัดจากมหาสมุทรเข้ามาในทวีป และมีฝนตกชุกโดยทั่วไป

ข. **ลมมรสุมฤดูหนาว** ในฤดูหนาวของซีกโลกภาคเหนือ (เดือนธันวาคม – กุมภาพันธ์) ทางตอนในของทวีปเอเชีย กลายเป็นบริเวณที่อากาศ



ลมมรสุมฤดูหนาว

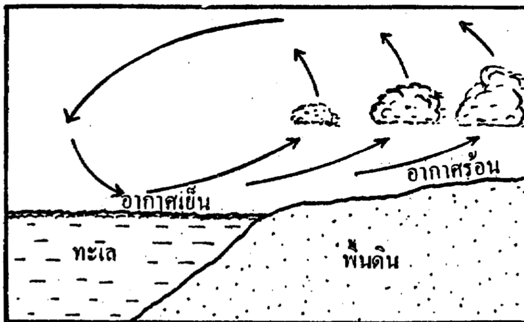
มีความกดสูงมาก มีศูนย์กลางอยู่ทางภาคตะวันตกเฉียงเหนือของประเทศจีน ในขณะเดียวกัน เกิดมีบริเวณความกดอากาศต่ำขึ้นในมหาสมุทรแปซิฟิกประมาณละติจูดที่ ๕๐ องศาเหนือ และในมหาสมุทรอินเดียแถบศูนย์สูตร จึงมีลมพัดออกจากตอนในของทวีปเอเชียไปยังมหาสมุทรที่อยู่ใกล้เคียง และมีทิศทางดังนี้ คือ ทางภาคตะวันออกของทวีปเอเชีย มีลมพัดมาจากทิศตะวันตกหรือตะวันตกเฉียงเหนือ บริเวณเอเชียตะวันออกเฉียงใต้มีลมพัดมาจากทิศเหนือหรือทิศตะวันออกเฉียงเหนือ และในคาบสมุทรอินเดียเป็นลมที่พัดมาจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ลมมรสุมฤดูหนาวที่พัดออกจากทวีปเอเชียไปยังมหาสมุทรอินเดียนี้ ส่วนหนึ่งจะพัดเข้าไปหาบริเวณความกดอากาศต่ำทางตอนกลางของทวีปแอฟริกา และอีกส่วนหนึ่งพัดข้ามศูนย์สูตรเข้าไปหาบริเวณความกดอากาศต่ำภาคเหนือของทวีปออสเตรเลีย เป็นลมทิศเหนือหรือตะวันตกเฉียงเหนือ

ลมมรสุมฤดูหนาวเนื่องจากพัดจากภายในทวีปเอเชียออกมา จึงเป็นลม

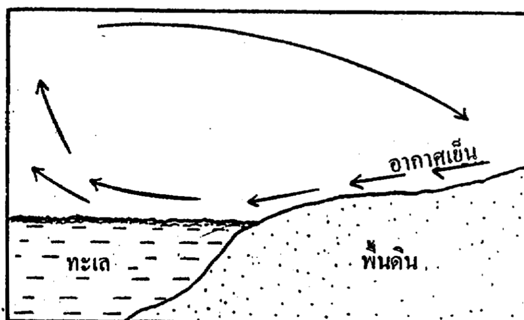
แห้งและมีอุณหภูมิต่ำ โดยทั่วไปในฤดูหนาวภาคตะวันออกและภาคใต้ของทวีปเอเชีย จึงไม่ค่อยมีฝนตก ยกเว้นชายทะเลบางแห่งที่ได้รับลมที่ต้องพัดผ่านพื้นน้ำมาก่อน อย่างเช่นชายฝั่งตะวันตกของอ่าวไทย ซึ่งได้รับลมมรสุมฤดูหนาวที่พัดผ่านอ่าวไทยมาก่อนที่จะมาถึงฝั่ง จึงนำความชื้นมาด้วยบ้าง แต่ทางภาคเหนือของทวีปออสเตรเลีย ซึ่งอยู่ในซีกโลกใต้และกำลังเป็นฤดูร้อนนั้น จะได้รับฝนชุก เนื่องจากลมมรสุมที่พัดออกไปจากทวีปเอเชีย ได้พัดผ่านมหาสมุทรอินเดีย และมหาสมุทรแปซิฟิก ก่อนที่จะไปถึงทวีปออสเตรเลีย

ลมประจำเวลา เป็นลมที่เกิดขึ้นเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงความกดของอากาศระหว่างตำบลสองแห่งในระยะเวลาสั้นๆ เช่นในตอนกลางคืนและตอนกลางวัน เป็นต้น ทำให้มีลมพัดเปลี่ยนทิศทางตามระยะเวลานั้นๆ ได้แก่ลมบก ลมทะเล ลมภูเขาและลมหุบเขา

ก. ลมบก และลมทะเล (**Land Breeze & Sea Breeze**) เกิดขึ้นบริเวณชายฝั่งทะเลในตอนกลางวันและตอนกลางคืน ในตอนกลางวันนั้นพื้นดินได้รับความร้อนเร็วกว่าพื้นน้ำ ทำให้อากาศที่ปกคลุมเหนือพื้นดินได้รับการสะท้อนความร้อน และจึงลอยตัวสูงขึ้นมีความกดต่ำกว่าอากาศที่ปกคลุมอยู่เหนือพื้นน้ำ ฉะนั้นจึงมีลมพัดจากทะเลเข้าสู่ฝั่ง



ลมทะเลในตอนกลางวัน



ลมบกในตอนกลางคืน

เรียกว่า ลมทะเล แต่พอถึงตอนกลางคืน พื้นดินก็คายความร้อนได้เร็วกว่าพื้นน้ำ และจึงทำให้อากาศที่ปกคลุมเหนือพื้นดินเย็นตัวลง และจมตัวลงต่ำมีความแน่นมากขึ้น และก็เคลื่อนที่ออกไปหาอากาศเหนือพื้นน้ำซึ่งมีความกดต่ำกว่า จึงมีลมพัดออกจากฝั่ง เรียกว่าลมบก การมีลมทะเลในตอนกลางวันช่วยทำให้บริเวณชายฝั่งทะเลในเขตอากาศร้อน มีอากาศไม่สู้ร้อนจัดนัก เป็นประโยชน์แก่ผู้ไปพักตากอากาศชายทะเล นอกจากนี้ลมบกลมทะเลยังเป็นประโยชน์แก่ชาวประมงที่ได้อาศัยแล่นใบออกไปจับปลาในตอนกลางคืน และกลับเข้าสู่ฝั่งในตอนเช้าด้วย

ข. **ลมภูเขาและลมหุบเขา (Mountain Breeze & Valley Breeze)** เกิดขึ้นตามลาดเขาสูง ๆ ในตอนกลางวันและกลางคืน ในตอนกลางวันอากาศที่ปกคลุมอยู่บนภูเขาได้รับความร้อน และมีความกดต่ำลง จึงมีลมพัดจากที่ราบเชิงเขาขึ้นไปตามลาดเขา เรียกว่า ลมหุบเขา แต่พอถึงตอนกลางคืนเมื่ออากาศเย็นตัวลง อากาศเย็นบนภูเขาจะจมตัวลงต่ำ และจึงเคลื่อนที่ลงมาเบื้องล่าง เกิดมีลมที่พัดจากภูเขาลงมาตามลาดเขา สู่หุบเขาหรือที่ราบเชิงเขา ซึ่งเรียกว่า ลมภูเขา

ลมประจำถิ่น เป็นลมที่พัดอยู่ในที่หนึ่งที่ใดโดยเฉพาะ และมีชื่อเรียกแตกต่างกันไปตามท้องถิ่น มีความสำคัญต่อตำบลที่ลมนั้น ๆ พัดผ่านเนื่องจากอาจจะเป็นลมที่พัดพาความหนาวเย็นมาให้ หรือเป็นลมร้อน เป็นต้น ลมประจำถิ่นมีชื่ออยู่เป็นจำนวนมาก ในที่นี้จะได้นำเอาบางชนิดมากล่าวรวมไว้ คือ

ก. **ลมประจำถิ่นในทวีปเอเชีย** ในทวีปเอเชียมีลมประจำถิ่นที่สำคัญ ดังนี้

๑. **ลมตะเภาและลมว่าว** ลมตะเภาเป็นลมที่พัดจากบริเวณอ่าวไทยขึ้นมาตามที่ราบลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยา ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนเมษายน ซึ่งเป็นระยะเวลาที่ลมมรสุมฤดูหนาวจะเปลี่ยนเป็นลมมรสุมฤดูร้อน ลมนี้ในสมัยโบราณเป็นประโยชน์ต่อเรือสินค้าที่จะแล่นใบจากปากน้ำขึ้นไปตามลำน้ำเจ้าพระยาถึงกรุงศรีอยุธยา

ส่วนลมว่าวนั้นเป็นลมเย็นที่พัดจากทางเหนือ มาตาม ลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยา ระหว่างเดือนกันยายนถึงเดือนพฤศจิกายน ซึ่งเป็นระยะเวลาที่ลมมรสุมฤดูร้อนจะเปลี่ยนเป็นลมมรสุมฤดูหนาว เรียกอีกชื่อหนึ่งว่าลมข้าวเบา เพราะระยะเวลาที่เกิดมีลมนี้ อยู่ในฤดูที่จะเก็บเกี่ยวข้าวเบาได้ ข้าวเบาก็คือข้าวพันธุ์ที่ให้

ผลเร็ว และเก็บเกี่ยวกันในเดือนสิบสอง

๒. **ลมสุมาตรา (Sumatra)** เป็นลมเย็นมีกำลังแรงจัด เกิดขึ้นเป็นบางครั้งบางคราวในช่องแคบสุมาตรา มักเกิดในตอนกลางคืนระหว่างฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้

๓. **ลมโบโฮรอก (Bohorok)** เป็นลมร้อนเกิดขึ้นทางภาคตะวันตกของเกาะสุมาตรา เมื่อมีลมพัดผ่านเทือกภูเขาทางภาคกลางของเกาะลงไปตามลาดเขาด้านตะวันตก

๔. **ลมบุราน (Buran)** เป็นลมหนาวจัด พัดผ่านไซบีเรียและภาคกลางของทวีปเอเชีย ในระหว่างฤดูหนาว เป็นลมที่พัดมาจากทิศเหนือหรือตะวันออกเฉียงเหนือ เวลาที่ได้รับลมนี้ จะทำให้อุณหภูมิของอากาศลดต่ำลงกว่าจุดเยือกแข็งมาก และมักมีพายุหิมะด้วย ทำให้เป็นอันตรายต่อชีวิตมนุษย์และสัตว์

๕. **ลมคาราบุราน (Karaburan)** เป็นลมร้อนในภาคกลางของทวีปเอเชีย เกิดขึ้นในฤดูร้อน เวลาที่มีลมนี้พัดผ่าน มักเกิดพายุฝุ่นและพายุทรายเนื่องจากทางภาคกลางของทวีปเอเชียเป็นเขตอากาศแห้งแล้ง

ข. ลมประจำถิ่นในทวีปยุโรป

๑. **ลมเฟิน (Föhn)** เป็นลมอุ่นและแห้ง พัดลงไปตามลาดเขาด้านเหนือของเทือกภูเขาแอลป์ในประเทศสวิสและออสเตรีย มักเกิดขึ้นในฤดูใบไม้ผลิตอนหนึ่ง และในฤดูใบไม้ร่วงอีกตอนหนึ่ง เวลาที่ได้รับลมนี้จะทำให้อุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว ฉะนั้นจึงช่วยทำให้หิมะละลายในฤดูใบไม้ผลิ และทำให้พืชผลที่ปลูกไว้โดยเฉพาะองุ่นสุกเร็วขึ้นในฤดูใบไม้ร่วง

๒. **ลมบีส (Bise)** เป็นลมหนาวและแห้ง ที่พัดมาจากทิศเหนือในภาคใต้ของประเทศฝรั่งเศสและประเทศสวิส

๓. **ลมโบรา (Bora)** เป็นลมหนาวและแห้งที่พัดอยู่ตามชายฝั่งตะวันออกของทะเลเอเดรียติกและในภาคเหนือของประเทศอิตาลี มักเกิดขึ้นในฤดูหนาวเมื่อบริเวณภาคตะวันออกของทวีปยุโรปมีความกดอากาศสูง จึงมีลมพัดออกมาสู่บริเวณความกดต่ำในทะเลเมดิเตอร์เรเนียน เป็นลมที่พัดแรง

๔. **ลมมิสตราล (Mistral)** เป็นลมหนาวที่พัดตามชายฝั่งภาคใต้ของ

ฝรั่งเศส โดยเฉพาะอย่างยิ่งที่บริเวณปากแม่น้ำโรน เกิดขึ้นในฤดูหนาว เมื่ออากาศเคลื่อนตัวจากบริเวณความกดอากาศสูงในที่ราบสูงภาคกลางของฝรั่งเศสลงมาตามที่ราบลุ่มแม่น้ำโรน ไปสู่บริเวณความกดอากาศต่ำในทะเลเมดิเตอร์-เรเนียน ทำให้เกิดเป็นลมที่พัดแรงมาก

๕. **ลมทรามอนตานา (Tramontana)** เป็นลมหนาวที่พัดมาจากบริเวณความกดอากาศสูงในที่ราบสูงภาคกลางของประเทศสเปน ผ่านทะเลเมดิเตอร์-เรเนียนไปถึงฝั่งตะวันตกของประเทศอิตาลี เกิดขึ้นในฤดูหนาว

ค. **ลมประจำถิ่นในทวีปแอฟริกา**

๑. **ลมเบอร์ก (Berg)** เป็นลมอุ่นและแห้งเช่นเดียวกับลมเฟิ่นในทวีปยุโรป พัดอยู่ในภาคใต้ของทวีปแอฟริกาในระหว่างฤดูหนาว เมื่ออากาศเคลื่อนตัวจากบริเวณความกดอากาศสูงในเขตที่ราบสูงตอนในของทวีป ออกไปโดยรอบและเมื่อพัดลงไปตามลาดเขาตอนขอบของที่ราบสูง อากาศเพิ่มอุณหภูมิสูงขึ้นกลายเป็นลมอุ่น

๒. **ลมฮาร์มัตตาน (Harmattan)** เป็นลมร้อนและแห้งที่มีกำลังแรงพัดจากทะเลทรายสะฮาราไปยังแอฟริกาตะวันตก บริเวณที่อยู่ใกล้กับทะเลทรายมักจะได้รับอันตรายจากลมนี้ เนื่องจากพัดพาเอาฝุ่นมาด้วยเป็นจำนวนมากและทำให้อุณหภูมิของอากาศสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว แต่บริเวณชายฝั่งทะเลของแอฟริกาตะวันตกได้รับประโยชน์จากลมนี้ เพราะเป็นลมแห้งจึงช่วยทำให้ความชื้นของอากาศลดน้อยลง และเมื่อน้ำระเหยตัวก็ทำให้อุณหภูมิของอากาศลดลงเล็กน้อยไม่ร้อนอึดอัดมาก

๓. **ลมกัมซิน (Khamsin)** เป็นลมร้อนและแห้ง พัดในประเทศสหสาธารณรัฐอาหรับ (อียิปต์) ซึ่งเกิดจากอากาศเคลื่อนตัวจากทะเลทรายในภาคใต้ของอียิปต์ไปยังทะเลเมดิเตอร์เรเนียน เกิดขึ้นระหว่างเดือนเมษายนถึงมิถุนายน รวมเวลาประมาณ ๕๐ วัน จึงเรียกชื่อว่ากัมซินซึ่งในภาษาอาหรับแปลว่าห้าสิบ

๔. **ลมซิรอกโค (Sirocco)** เป็นลมที่เกิดขึ้นทำนองเดียวกับลมกัมซินพัดจากทะเลทรายสะฮาราและทะเลทรายลิเบีย ไปถึงฝั่งของแอฟริกาตอนเหนือ

และภาคใต้ของคาบสมุทรอิตาลี เป็นลมร้อนและแห้ง และนำฝุ่นทรายไปด้วยมาก จึงมักก่อให้เกิดอันตรายแก่พืชผลที่ปลูกไว้

ง. ลมประจำถิ่นในทวีปอเมริกาเหนือและทวีปอเมริกาใต้

๑. ลมชินุก (**Chinook**) เป็นลมอุ่นและแห้งที่พัดจากเทือกภูเขาร็อกกีลงมาตามลาดเขาสู่ที่ราบภาคกลางของแคนาดาและสหรัฐอเมริกา ในระหว่างฤดูหนาวและฤดูใบไม้ผลิ และช่วยทำให้อากาศอบอุ่นขึ้น เป็นลมลักษณะเดียวกับลมเฟินในทวีปยุโรป

๒. **ลมนอร์ตและลมนอร์เธอร์ (Norte, Norther)** เป็นลมที่พัดมาจากทิศเหนือ ผ่านภาคใต้ของสหรัฐอเมริกาและอเมริกากลาง มีกำลังแรงและเป็นลมหนาวเย็น ทำให้อุณหภูมิลดต่ำอย่างรวดเร็วจนบางทีก็เป็นอันตรายต่อพืชผลที่ปลูกไว้ ในสหรัฐอเมริกาเรียกลมนี้ว่านอร์เธอร์ ส่วนในอเมริกากลางเรียกว่านอร์ต

๓. **ลมปัมเปโร (Pampero)** เป็นลมหนาวเย็นที่พัดผ่านทุ่งหญ้าปัมปัสในประเทศอาร์เจนตินา พัดมาจากทิศใต้หรือทิศตะวันตก มักเกิดในระหว่างฤดูร้อน และก่อให้เกิดพายุฟ้าคะนอง

๔. **ลมเทมโปราลส์ (Temporales)** เป็นลมที่พัดจากทิศตะวันตกเฉียงใต้จากมหาสมุทรแปซิฟิก เข้าสู่ฝั่งของอเมริกากลางในระหว่างฤดูร้อน

จ. ลมประจำถิ่นในทวีปออสเตรเลีย

๑. ลมบริกฟีลเดอร์ (**Brickfielder**) เป็นลมร้อนพัดผ่านภาคตะวันออกเฉียงใต้ของทวีปออสเตรเลีย ในฤดูร้อน เป็นลมที่พัดมาจากทิศเหนือ และเมื่อมีลมนี้พัดผ่าน จะทำให้อุณหภูมิของอากาศสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว บางครั้งสูงกว่า ๑๐๐° ฟ.

๒. **ลมเซาเธอร์ลี เบิสเตอร์ (Southerly Burster)** เป็นลมหนาวพัดมาจากทิศใต้ ผ่านภาคใต้และภาคตะวันออกเฉียงใต้ของทวีปออสเตรเลีย ในระหว่างฤดูใบไม้ผลิและฤดูร้อน

ลมพายุ (Storm) เป็นลมที่มีกำลังแรงกว่าปกติธรรมดา แบ่งออกเป็น ๒ ชนิด คือ พายุฟ้าคะนอง และพายุไซโคลน

พายุฟ้าคะนอง (Thunderstorm) เป็นลมพายุที่เกิดขึ้นในอาณาบริเวณที่ไม่สู้จะกว้างขวางนัก และเกิดขึ้นในชั่วระยะเวลาสั้น ๆ ไม่มีลมพัดหมุนเหมือนอย่างพายุไซโคลน แต่มีลมที่พัดช้อนจากพื้นดินขึ้นสู่เบื้องบน มักเกิดขึ้นในเวลาที่มีเมฆคิวมูโลนิมบัสขนาดใหญ่ในท้องฟ้า ซึ่งแสดงว่าอากาศลอยตัวสูงขึ้น และเย็นตัวลง ไอน้ำเกิดการกลั่นตัวเป็นเมฆ เมื่อเกิดพายุเช่นนี้ขึ้น จะมีฝนตกหนัก มีฟ้าร้องฟ้าแลบ และบางทีก็มีฟ้าผ่าด้วย และบางทีก็อาจมีลูกเห็บตก

พายุฟ้าคะนองอาจเกิดขึ้นได้ทั้งในเขตอากาศร้อนและเขตอากาศอบอุ่น แต่มักเกิดขึ้นในเขตอากาศร้อนบ่อยกว่า และเกิดในตอนฤดูร้อนมากกว่าในฤดูหนาว ก่อนจะเกิดพายุฟ้าคะนอง จะมีอากาศร้อนอบอ้าวผิดปกติ และท้องฟ้ามีเมฆคิวมูโลนิมบัสก้อนใหญ่ ๆ อยู่มาก

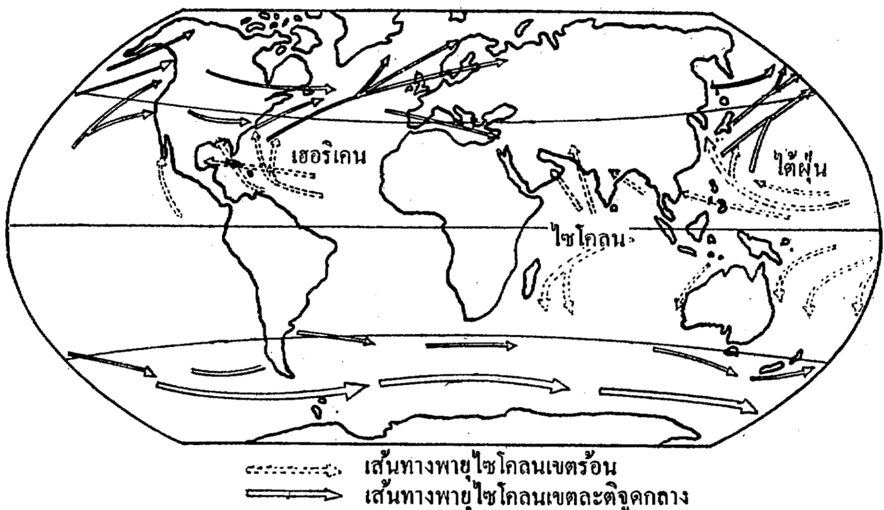
พายุไซโคลน (Cyclone) เป็นลมที่พัดมีกำลังแรงปานกลางถึงแรงจัด มีลักษณะพิเศษคือ ลมพัดหมุนเข้าหาศูนย์กลาง ซึ่งมีความกดอากาศต่ำ ลักษณะการพัดหมุนของพายุไซโคลน จึงคล้ายกับน้ำวนในแม่น้ำลำธาร ในซีกโลกเหนือลมจะพัดเวียนในทางตรงข้ามกับเข็มนาฬิกา และในซีกโลกใต้ พัดเวียนตามเข็มนาฬิกา

พายุไซโคลนแบ่งออกเป็น ๓ ชนิด ตามกำลังแรงและที่เกิดของมันคือ พายุไซโคลนเขตละติจูดกลาง พายุไซโคลนเขตร้อน และพายุทอร์เนโด

พายุไซโคลนเขตละติจูดกลาง (Middle-latitude cyclone) เกิดขึ้นในบริเวณที่อยู่ระหว่างละติจูดที่ ๓๕ ถึง ๖๕ องศาเหนือและใต้ ปรากฏว่าในช่วงละติจูดดังกล่าวนั้น ลมฟ้าอากาศประจำวันมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ขึ้นอยู่กับการเกิดพายุไซโคลน และพายุแอนติไซโคลนสลับกัน เวลาที่มีพายุไซโคลนเคลื่อนตัวผ่าน จะทำให้บริเวณนั้นมีอากาศเลว ท้องฟ้ามีเมฆปกคลุมมาก มีฝนตก อากาศมืดครึ้มไม่แจ่มใส แต่ต่อมาเมื่อพายุไซโคลนเคลื่อนตัวผ่านไปแล้ว ก็อาจมีพายุแอนติไซโคลนผ่านมาแทนที่ ทำให้มีอากาศดี ท้องฟ้าโปร่ง แจ่มใส เพราะพายุแอนติไซโคลนเป็นพายุหมุนที่ศูนย์กลางเป็นเขตความกดอากาศสูง มีลมพัดหมุนเวียนออกไปจากศูนย์กลางตรงกันข้ามกับพายุไซโคลน ซึ่งศูนย์กลางเป็นเขตความกดอากาศต่ำ ในเขตละติจูดกลาง พายุไซโคลนจึง

ควบคู่ไปกับพายุแอนติไซโคลน เมื่อเกิดมีพายุลูกหนึ่งขึ้นแล้ว มันจะค่อย ๆ เคลื่อนที่จากทิศตะวันตกไปทางทิศตะวันออก ผ่านบริเวณพื้นที่ต่าง ๆ แล้วค่อย ๆ สลายตัวอ่อนกำลังลง ในขณะเดียวกันก็มีพายุลูกใหม่ที่เคลื่อนที่ตามหลังมาอีก การพยากรณ์อากาศในเขตละติจูดกลาง จึงอาศัยการตรวจดูการเกิดพายุไซโคลนและพายุแอนติไซโคลนว่า มีอยู่ที่ใด และจะเคลื่อนที่ผ่านไปทางทิศทางใด เมื่อใด

สาเหตุของการเกิดพายุไซโคลนในเขตละติจูดกลางนั้น ก็เนื่องจากการพัดมาปะทะกันของมวลอากาศ (air mass) สองชนิดที่มีคุณสมบัติแตกต่างกัน คือ



พายุไซโคลนและเส้นผ่านทาง

มวลอากาศที่เคลื่อนที่มาจากแถบขั้วโลก มีอุณหภูมิต่ำมาก กับมวลอากาศที่เคลื่อนที่มาจากแถบทรอปิค มีอุณหภูมิสูง บริเวณที่เป็นแนวปะทะของมวลอากาศที่แตกต่างกันนี้ เรียกชื่อว่า Polar front และเป็นแนวบริเวณที่มักเกิดพายุไซโคลนขึ้น พายุไซโคลนเขตละติจูดกลางนี้ปกติมีกำลังแรงไม่มากนัก ไม่ก่อให้เกิดอันตรายแต่อย่างใด ลมมีกำลังแรงไม่เกิน ๓๓ นอต (๓๓ ไมล์ทะเลต่อชั่วโมง) และเรียกพายุที่มีกำลังแรงปานกลางนี้ว่า ดีเปรสชัน (depression)

พายุไซโคลนเขตร้อน (Tropical cyclone) เป็นพายุที่มีกำลังแรงมากและมักทำอันตรายก่อให้เกิดความเสียหายแก่บริเวณที่มีพายุนี้พัดผ่าน พายุไซโคลนเขตร้อนเกิดขึ้นเฉพาะในมหาสมุทร ในช่วงละติจูดที่ ๘ องศาถึง ๑๕ องศาเหนือและใต้ ซึ่งมีบริเวณพื้นที่อยู่ ๖ แห่งที่มักเกิดพายุไซโคลนเขตร้อนบ่อยๆ คือ

๑. แถบหมู่เกาะอินดิสตะวันตก ทะเลแคริบเบียนและอ่าวเม็กซิโก

๒. ทะเลจีนใต้และทะเลจีนตะวันออก แถบหมู่เกาะฟิลิปปินถึงหมู่เกาะญี่ปุ่น

๓. ทะเลอาหรับและอ่าวเบงกอล

๔. มหาสมุทรอินเดียแถบเกาะมาดากัสการ์

๕. แถบหมู่เกาะฟีจิและหมู่เกาะซามัว จนถึงชายฝั่งตะวันออกของทวีปออสเตรเลีย

๖. ชายฝั่งแปซิฟิกของเม็กซิโกและอเมริกากลาง

พายุไซโคลนเขตร้อน มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ ๑๕๐ ถึง ๕๐๐ กิโลเมตร และมีลมพัดเร็วประมาณ ๑๒๐–๒๐๐ กิโลเมตรต่อชั่วโมง เวลาเกิดพายุไซโคลนร้อน จะเกิดมีฝนตกหนัก และมีลมพัดแรง ก่อให้เกิดอันตรายได้มากโดยเฉพาะอย่างยิ่งตามบริเวณใกล้ชายฝั่งทะเล ซึ่งอาจจะถูกคลื่นที่มีกำลังแรงซัดเข้ามาหาฝั่งอย่างรวดเร็ว ทำให้เกิดน้ำท่วมใหญ่ได้

พายุไซโคลนเขตร้อน มีชื่อเรียกแตกต่างกันเป็นหลายชื่อ ในมหาสมุทรอินเดีย ทะเลอาหรับ และอ่าวเบงกอล เรียกกันว่าพายุไซโคลน ตามชื่อสามัญของมัน แต่ในมหาสมุทรแปซิฟิกแถบทะเลจีน เรียกกันว่า **พายุไต้ฝุ่น (typhoon)** และในเขตร้อนอื่น ๆ มักเรียกกันว่า **พายุเฮอริเคน** หรือ **พายุสลาตัน (hurricane)**

แม้ว่าพายุไซโคลนเขตร้อนส่วนมากจะมีกำลังแรง แต่บางคราวก็เกิดมีพายุหมุนที่มีกำลังแรงไม่มากนัก และไม่จัดเป็นพายุไต้ฝุ่นหรือพายุสลาตัน แต่เรียกกันว่า **พายุโซนร้อน (Tropical storm)** หากลมมีความเร็วระหว่าง ๓๓–๖๓ นอต หรือเรียกว่า **ดีเปรสชัน** หากลมมีความเร็วไม่เกิน ๓๓ นอต

พายุทอร์เนโด (Tornado) เป็นพายุหมุนที่มีกำลังร้ายแรงที่สุด มักเกิดในเขตอบอุ่นและเขตร้อน บริเวณที่เกิดบ่อยที่สุดคือในที่ราบภาคกลางของ

สหรัฐอเมริกา พายุทอร์เนโดเป็นพายุหมุนที่ศูนย์กลางของพายุ มีความกดอากาศต่ำมาก จนทำให้ลมที่พัดเข้าสู่ศูนย์กลางเป็นไปอย่างรวดเร็วกะทันหัน และเกิดแรงอัดสูง เวลาที่พายุชนิดนี้เคลื่อนตัวผ่านไปในที่ใด จึงทำความเสียหายมาก อาคารบ้านเรือนปรักหักพังหมด กล่าวกันว่าแม้แต่ขวดที่ปิดจุกไว้แน่น จุกก็จะกระเด็นออก เนื่องจากความกดอากาศเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว และความกดของอากาศภายในขวดมีสูงกว่าอากาศภายนอก

ในขณะที่เกิดพายุทอร์เนโด จะแลเห็นเป็นงวงเมฆสีดำม้วนบิดเป็นเกลียว **(funnel cloud)** ย้อยลงมาจากฐานของเมฆคิวมูโลนิมบัสจนถึงพื้นดิน ปลายของงวงเมฆที่พื้นดิน จะมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ ๑๐๐ ถึง ๕๐๐ เมตร และจะหมุนบิดเป็นเกลียวอย่างรวดเร็ว เคลื่อนที่ไปข้างหน้า ที่แลเห็นว่าบิดเป็นเกลียวก็อาศัยการสังเกตจากฝุ่นและสิ่งปรักหักพังต่าง ๆ ที่ปลิวว่อนอยู่ในอากาศ ภายในศูนย์กลางของพายุทอร์เนโด จะมีลมพัดเร็วถึงชั่วโมงละ ๘๐๐ กิโลเมตร ฉะนั้นความแรงของลมจะสามารถทำให้สิ่งต่าง ๆที่อยู่ขวางหน้า เช่น ต้นไม้ เสาไฟฟ้า รถยนต์ที่จอดทิ้งไว้ หักล้มได้โดยง่าย

พายุชนิดเดียวกันนี้ หากเกิดขึ้นเหนือพื้นน้ำในทะเล จะทำให้น้ำทะเลถูกดูดเป็นลำพุ่งสูงขึ้น เหนือพื้นผิวน้ำประมาณ ๓—๔ เมตร เรียกชื่อปรากฏการณ์เช่นนั้นว่า **นาคเล่นน้ำ (Waterspout)** พายุนี้ไม่ค่อยมีกำลังอำนาจในการทำลายได้มากเหมือนกับพายุทอร์เนโดที่เกิดขึ้นเหนือพื้นดินและมีขนาดเล็กกว่าด้วย นาคเล่นน้ำมักเกิดในทะเลแถบอ่าวเม็กซิโกและชายฝั่งตะวันออกเฉียงใต้ของสหรัฐอเมริกา

ความชื้นของอากาศ

ในอากาศมีไอน้ำปะปนอยู่ด้วย แต่ปริมาณของไอน้ำในอากาศมีแตกต่างกันไปตามสถานที่และกาลเวลา และแตกต่างกันตั้งแต่เกือบจะไม่มีเลย จนถึงประมาณร้อยละ ๕ ของน้ำหนักอากาศเป็นปริมาณสูงสุด หากอากาศมีไอน้ำปะปนอยู่น้อย ก็ถือว่าเป็นอากาศแห้ง แต่ถ้ามีไอน้ำปะปนอยู่มากก็ถือเป็นอากาศชื้น

ตามธรรมดาอากาศจะรับไอน้ำไว้ได้ในจำนวนจำกัด ตราบใดที่อากาศยังคงสามารถรับไอน้ำไว้ได้โดยไม่เกิดการกลั่นตัว ก็เรียกว่า **อากาศมีความชื้นไม่**

อิ่มตัว (unsaturated air) จนกระทั่งเมื่อมาถึงขีดที่มันรับไอน้ำไว้เต็มความสามารถแล้ว จนไม่อาจเพิ่มให้ได้อีก โดยที่ไม่ให้อากาศนั้นเกิดการกลั่นตัวของไอน้ำได้ ก็เรียกว่า **อากาศมีความชื้นอิ่มตัว (saturated air)** และขีดขั้นที่อากาศมีความชื้นอิ่มตัวเต็มที่ เรียกว่า **จุดความชื้นอิ่มตัว (saturation point)**

การที่อากาศจะสามารถรับไอน้ำไว้ได้มากน้อยเพียงใด โดยที่ยังไม่เกิดการกลั่นตัวของไอน้ำ ย่อมขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของอากาศนั้นเป็นสำคัญ ตามปกติอากาศที่มีอุณหภูมิสูง จะสามารถรับไอน้ำไว้ได้มาก ถ้ามีอุณหภูมิต่ำ ปริมาณไอน้ำที่จะรับไว้ได้ก็ลดน้อยลง ด้วยเหตุนี้อากาศที่เพิ่มอุณหภูมิสูงขึ้น จึงมักไม่ค่อยมีการกลั่นตัว เพราะมันสามารถรับไอน้ำเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ แต่ถ้าหากอากาศเย็นตัวลง ความสามารถที่จะรับไอน้ำไว้ได้ ก็จะค่อยๆ ลดลงตามลำดับ ฉะนั้นแม้ว่าไอน้ำที่มีอยู่ในอากาศนั้นจะคงจำนวนเดิมไม่เปลี่ยนแปลง แต่ในที่สุดก็จะมาถึงขีดขั้นที่อากาศนั้นจะเกิดการกลั่นตัวขึ้น ลมที่พัดลอยตัวสูงขึ้น และลดอุณหภูมิลง จึงเกิดการกลั่นตัวเป็นเมฆเป็นฝน แต่ลมที่พัดจมต่ำลง และเพิ่มอุณหภูมิสูงขึ้น จะเป็นลมแห้ง ไม่เกิดการกลั่นตัว

การกำหนดความชื้นในอากาศ ว่าเป็นอากาศชื้นมากน้อยแค่ใด ทำได้จากการหาความชื้นสัมบูรณ์ หรือความชื้นสัมพัทธ์ หรือความชื้นจำเพาะ

ความชื้นสัมบูรณ์ (Absolute humidity) คือการกำหนดความชื้นโดยคิดจากน้ำหนักของไอน้ำที่มีอยู่ในปริมาตรของอากาศหน่วยหนึ่ง เช่น มีไอน้ำหนัก ๑๐ แกรมในอากาศ ๑ ลูกบาศก์เมตร เป็นต้น

ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative humidity) คือการกำหนดความชื้นโดยคิดเป็นร้อยละของอัตราส่วนระหว่างไอน้ำที่มีอยู่ในอากาศนั้น ต่อไอน้ำที่อากาศในอุณหภูมินั้นจะสามารถรับไว้ได้จนถึงจุดความชื้นอิ่มตัว ตัวอย่างเช่นอากาศมีอุณหภูมิ ๒๐ องศาเซนติเกรด และมีไอน้ำอยู่ ๑๐ แกรมในอากาศ ๑ ลูกบาศก์เมตร แต่ในอุณหภูมินั้นอากาศจะสามารถรับไอน้ำได้เต็มที่ถึง ๒๐ แกรมจึงจะถึงจุดอิ่มตัว ฉะนั้นความชื้นสัมพัทธ์จึงเท่ากับ $\frac{๑๐}{๒๐} \times ๑๐๐ = ๕๐\%$ ผลลัพธ์ที่ได้เป็นร้อยละนี้ ถ้าจำนวนสูงมากเท่าใด ก็แสดงว่าอากาศมีความชื้นมากขึ้นเท่านั้น และถ้าถึง ๑๐๐ % ก็แสดงว่าอากาศมีความชื้นอิ่มตัวพอดี

ความชื้นจำเพาะ (Specific humidity) คือการกำหนดความชื้นโดยคิดเป็นอัตราส่วนระหว่างน้ำหนักของไอน้ำที่มีอยู่ในอากาศ ต่อน้ำหนักของอากาศนั้น (รวมไอน้ำด้วย) เช่น มีไอน้ำหนัก ๑๕ แกรม ต่ออากาศหนัก ๑ กิโลแกรม เป็นต้น

เครื่องมือวัดความชื้นของอากาศที่ใช้กันอยู่มาก คือ **เทอร์โมมิเตอร์ตุ้มแห้งและตุ้มเปียก (Wet and Dry Bulb Thermometers)** ประกอบด้วยปรอทวัดอุณหภูมิ (เทอร์โมมิเตอร์) ๒ อัน อันหนึ่งตรงกระเปาะที่บรรจุปรอทนั้น มีผ้าเปียกหุ้มอยู่ และมีน้ำซึมให้ผ้าเปียกตลอดเวลา อีกอันหนึ่งปล่อยกระเปาะไว้ตามธรรมดา อุณหภูมิที่ปรากฏบนปรอททั้งสองจะไม่เท่ากัน และจะแตกต่างกันมากน้อยเท่าใด ก็สุดแล้วแต่ความชื้นของอากาศ คือถ้าอากาศมีความชื้นน้อยน้ำก็จะระเหยตัวได้รวดเร็ว ทำให้น้ำที่ซึมอยู่ในผ้าหุ้มกระเปาะปรอทระเหยอยู่เรื่อย ๆ เมื่อน้ำระเหยตัวก็ทำให้เกิดความเย็นขึ้นที่กระเปาะปรอท เพราะความร้อนถูกดึงดูดไปในการทำให้น้ำระเหยตัว ฉะนั้นปรอทอันเปียกจึงอ่านอุณหภูมิได้ต่ำกว่าปรอทแห้งมาก ตรงกันข้ามถ้าอากาศมีความชื้นมากน้ำระเหยตัวได้ช้าหรือไม่ระเหยเลย อุณหภูมิของปรอทเปียก ก็จะอ่านได้เท่ากับหรือเกือบเท่า ๆ กับของปรอทแห้ง และโดยการดูความแตกต่างของอุณหภูมิบนปรอททั้งสองอันนี้ เทียบกับในตารางที่เขาทำไว้แล้ว ก็จะสามารถทราบความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศได้

การกลั่นตัว (Condensation) และ **หยาดน้ำฟ้า (Precipitation)**

ไอน้ำที่มีอยู่ในอากาศ จะเกิดการกลั่นตัวได้ ๒ กรณีคือ ในกรณีแรกเมื่ออากาศลดอุณหภูมิต่ำลง และในกรณีที่สองเมื่อปริมาณไอน้ำในอากาศมีเพิ่มมากขึ้น เมื่อใดที่ไอน้ำในอากาศมีมากเกินกว่าที่อากาศจะสามารถรับไว้ได้ ซึ่งจะเนื่องจากกรณีแรกหรือกรณีหลังก็แล้วแต่ ไอน้ำส่วนที่เกินไปนั้นก็จะเกิดการกลั่นตัว กลายเป็นหยาดหรือละอองน้ำเล็ก ๆ อุณหภูมิที่ไอน้ำในอากาศเริ่มการกลั่นตัวเรียกว่า **จุดน้ำค้าง (Dew point)** และไอน้ำที่กลั่นตัวจะปรากฏในรูปร่างลักษณะต่าง ๆ บางทีก็เป็นละอองน้ำล่องลอยอยู่ในอากาศในลักษณะของเมฆและหมอก บางทีก็เป็นหยาดน้ำเกาะติดอยู่ตามผิวของวัตถุที่มีความเย็นเป็น

น้ำค้างและน้ำค้างแข็ง และบางทีก็เป็นหยาดน้ำหรือเป็นน้ำแข็งตกลงมาบนพื้นโลก เป็นฝน หิมะ ลูกเห็บ เป็นต้น ซึ่งการกลั่นตัวประเภทที่ตกลงมาบนพื้นโลก จะเป็นของเหลวหรือของแข็งก็ตาม เรียกชื่อว่า หยาดน้ำฟ้า **(Precipitation)**

การกลั่นตัวของไอน้ำในอากาศ จึงปรากฏในรูปลักษณะต่าง ๆ ดังนี้ คือ

๑. น้ำค้างและน้ำค้างแข็ง

๒. หมอก

๓. เมฆ

๔. ฝนและน้ำฝนแข็ง

๕. หิมะ

๖. ลูกเห็บ

น้ำค้างและน้ำค้างแข็ง (Dew and white frost) น้ำค้างคือหยาดน้ำเล็ก ๆ ที่เกาะติดอยู่ตามพื้นดิน ตามใบไม้และใบหญ้า หรือตามวัตถุที่เย็นจัด เช่น หลังคาสังกะสีในตอนเช้าตรู่ของฤดูหนาว การที่เกิดมีน้ำค้างขึ้นก็เนื่องจากในตอนกลางคืน พื้นผิวดินคลายความร้อนออก และค่อย ๆ เย็นตัวลง ทำให้อากาศที่มาสัมผัสกับพื้นดินหรือใบพืช หรือวัตถุที่มีความเย็นลดอุณหภูมิต่ำลง ไอน้ำที่มีอยู่ในอากาศจึงเกิดการกลั่นตัว เกาะติดอยู่ตามสิ่งที่อากาศมาสัมผัส เช่นเดียวกับการที่มีหยดน้ำเล็ก ๆ เกิดขึ้นที่ด้านนอกของถ้วยแก้วที่ใส่น้ำแข็งไว้ เพราะอากาศมาสัมผัสกับถ้วยแก้ว ลดอุณหภูมิลง ไอน้ำจึงเกิดการกลั่นตัวขึ้น

ถ้าหากน้ำค้างเกิดขึ้น เมื่อจุดน้ำค้างอยู่ต่ำกว่าจุดเยือกแข็ง ก็จะทำให้หยดน้ำกลายเป็นน้ำแข็ง และจึงเรียกว่าน้ำค้างแข็ง มีลักษณะเป็นเกล็ดน้ำแข็งละเอียดเล็กมาก เกาะติดอยู่ตามพื้นดินหรือใบหญ้า แลเห็นเป็นสีขาว น้ำค้างแข็งมักเกิดขึ้นบ่อย ๆ ในเขตอากาศอบอุ่นและเขตอากาศหนาว แต่ในเขตร้อนจะไม่มี เพราะอุณหภูมิไม่ลดต่ำถึงขีดเยือกแข็ง

น้ำค้างและน้ำค้างแข็ง มักเกิดในตอนกลางคืนและตอนเช้ามืดของฤดูหนาว โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ถ้าหากมีท้องฟ้าโปร่ง เพราะท้องฟ้าที่ปราศจากเมฆปกคลุม จะทำให้การคลายความร้อนของพื้นผิวดินเป็นไปโดยรวดเร็วยิ่งขึ้น

หมอก (Fog) เป็นการกลั่นตัวของไอน้ำในอากาศที่มีลักษณะเป็นละอองน้ำเล็ก ๆ ล่องลอยอยู่ในอากาศชั้นล่าง และมีฐานอยู่ติดพื้นผิวดิน (ถ้าหากฐานไม่อยู่ติดพื้นผิวดินก็กลายเป็นเมฆระดับต่ำไป) อาจจะเป็นหมอกบาง ๆ ที่เรียกว่า **หมอกชื้น (Mist)** หรืออาจจะหนามาก จนทำให้ทัศนวิสัยเหลือเพียงไม่ถึง ๑๐ เมตรก็ได้ หมอกที่หนามากนั้น บางทีถ้าเกิดขึ้นตามเมือง ก็มักจะมีควันและฝุ่นปะปนอยู่ด้วย ทำให้เป็นอันตรายต่อสุขภาพ ในประเทศอังกฤษและสหรัฐอเมริกา เรียกหมอกที่มีควันดำปนว่า **Smog** ซึ่งเป็นคำที่คิดขึ้นใหม่จากการนำศัพท์ ๒ คำ คือ **Smoke** และ **Fog** มารวมกันและตัดให้สั้นเข้า

หมอกเกิดขึ้นได้หลายวิธี ที่สำคัญมีสองชนิดคือ หมอกที่เกิดจากการเคลื่อนที่ของอากาศ และหมอกที่เกิดจากการแผ่ความร้อน

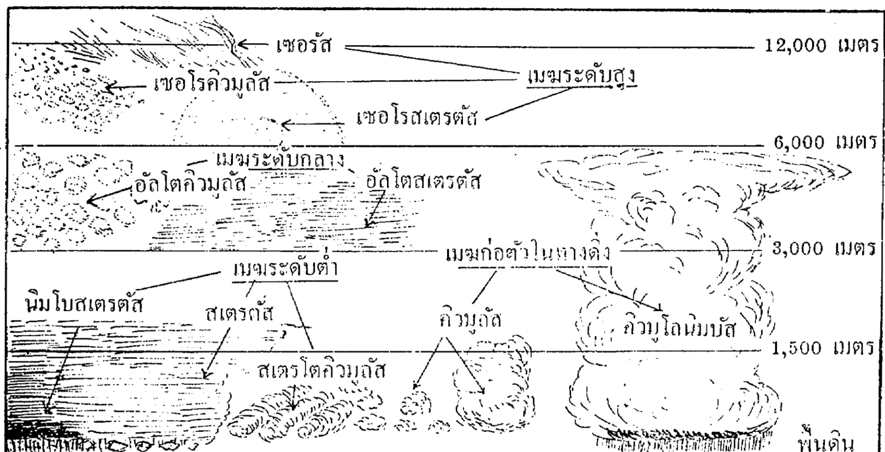
หมอกที่เกิดจากการเคลื่อนที่ของอากาศ (Advection fog) เป็นหมอกที่เกิดจากการที่อากาศเคลื่อนที่ไปในทางแนวนอน และมีอุณหภูมิแตกต่างจากพื้นที่หรืออากาศที่มันเคลื่อนตัวผ่านไป มีผลให้ลดอุณหภูมิลง และจึงเกิดการกลั่นตัวในอากาศนั้น ตัวอย่างเช่น อากาศอุ่นที่เคลื่อนที่ผ่านไปบนพื้นดินหรือพื้นน้ำที่มีความเย็น เช่นพื้นดินที่มีหิมะปกคลุมและพื้นน้ำที่มีกระแสน้ำเย็นไหลผ่าน ทำให้อากาศอุ่นนั้นลดอุณหภูมิลงและเกิดการกลั่นตัวเป็นหมอกขึ้น หมอกที่เกิดขึ้นแถบบริเวณแกรนด์แบงก์ใกล้เกาะนิวฟันด์แลนด์ ก็เนื่องมาจากลมอุ่นที่พัดผ่านเหนือกระแสน้ำอุ่นกัลฟ์สตรีม นำความชื้นไปด้วยมาก พอพัดผ่านเข้าไปในเขตกระแสน้ำเย็นแลบราดอร์ จึงทำให้เกิดเป็นหมอกในแถบนั้น

หมอกที่เกิดจากการแผ่ความร้อน (Radiation fog) เป็นหมอกที่เกิดขึ้นเนื่องจากพื้นผิวดินแผ่ความร้อนที่ได้รับจากแสงอาทิตย์ไว้ในตอนกลางวันออกไป และจึงเย็นตัวลงในตอนกลางคืน ทำให้อากาศที่มาสัมผัสกับพื้นดินค่อย ๆ ลดอุณหภูมิต่ำลงไปด้วย จนเกิดการกลั่นตัวเป็นหมอกขึ้น แต่การที่จะเกิดเป็นหมอกนั้นจะต้องมีลมอ่อน ๆ ที่ทำให้อากาศเกิดการกลั่นตัวได้ทั่วถึง เพราะมิฉะนั้นจะเกิดเป็นน้ำค้างขึ้นเท่านั้น ตามที่ราบหุบเขาก็มักเกิดหมอกได้ง่ายเนื่องจากอากาศเย็นจมตัวลงมารวมกันที่หุบเขา ในตอนเช้าตรู่จึงมักจะเห็นหมอกเกิดขึ้นตามหุบเขา และพอตกสาย ๆ ก็จางหายหมดไป

เมฆ (Cloud) เมฆก็คือหมอกที่เกิดในระยะสูงนั่นเอง และการที่จะเกิดเมฆขึ้นได้ จะต้องมีการกลั่นตัวโดยทั่ว ๆ ไปในกลุ่มอากาศ แต่อาจจะมีขนาดเล็กใหญ่ หรืออยู่ในระดับสูงต่ำไม่เท่ากัน อาจแบ่งเมฆออกได้เป็น ๒ ชนิดใหญ่ ๆ ตามลักษณะรูปร่าง คือ **เมฆชั้น (Stratiform Cloud)** เกิดจากกระแสลมที่มีอุณหภูมิแตกต่างกันเคลื่อนที่มาสัมผัสกัน คือในท้องฟ้านั้น ในระดับความสูงต่าง ๆ กัน ก็อาจจะมีกระแสลมที่พัดต่างทิศทางกัน ตอนที่กระแสลม ๒ ชนิดมาสัมผัสกันนั้น จะเกิดมีการกลั่นตัว ทำให้เกิดเป็นเมฆชั้น ที่มองเห็นเป็นชั้นบาง ๆ แผ่กระจายออกไป อีกชนิดหนึ่งเป็น **เมฆก้อน (Cumuliform Cloud)** เกิดจากการลอยตัวสูงขึ้นของกลุ่มอากาศ และลดอุณหภูมิลงตามอัตราอะไดอะแบติกจนมีการกลั่นตัวขึ้น เมฆชนิดนี้มีฐานเป็นเส้นตรงในระดับต่ำ และก่อตัวมียอดอยู่ในระดับสูง

ทางอุตุนิยมวิทยา แบ่งเมฆออกเป็น ๔ ประเภท ตามระดับความสูงและรูปร่างลักษณะ คือ

๑. **เมฆระดับสูง** เป็นเมฆที่เกิดในระดับ ๖,๐๐๐ เมตร ถึง ๑๒,๐๐๐ เมตร เนื่องจากเป็นเมฆที่เกิดในระดับความสูงมาก จึงประกอบด้วยเกล็ดน้ำแข็งเล็ก ๆ



รูปร่างลักษณะของเมฆชนิดต่าง ๆ

มีรูปลักษณะเป็นปุย เป็นฝอย หรือเป็นทางยาว ๆ คล้ายแส้ม้า มี ๓ ชนิดคือ **เมฆเซอรัส (Cirrus)** มีลักษณะเป็นฝอย **เมฆเซอโรสเตรตัส (Cirrostratus)** มีลักษณะเป็นฝ้าบาง ๆ และ **เมฆเซอโรคิวมูลัส (Cirrocumulus)** มีลักษณะเป็นเกล็ดเล็ก ๆ

๒. **เมฆระดับกลาง** เป็นเมฆที่เกิดในระดับ ๒,๐๐๐ เมตรถึง ๖,๐๐๐ เมตร มีลักษณะเป็นลอน เป็นคลื่น หรือเป็นแผ่นปกคลุมอยู่ในท้องฟ้า เมื่อบังดวงอาทิตย์จะทำให้มีลักษณะครึ้ม มี ๒ ชนิด คือ **เมฆอัลโตคิวมูลัส (Altocumulus)** มีลักษณะเป็นลอนเป็นเกล็ด แต่ใหญ่และทึบกว่าเมฆเซอโรคิวมูลัส กับ **เมฆอัลโตสเตรตัส (Altostratus)** มีลักษณะเป็นแผ่นปกคลุมส่วนใหญ่ของท้องฟ้า

๓. **เมฆระดับต่ำ** เป็นเมฆที่เกิดในระดับ ๗๐๐ เมตร ถึง ๒,๐๐๐ เมตร มีลักษณะเป็นก้อนคล้ายภูเขา เป็นแผ่นหนาทึบและต่ำ หรือดำหนา มี ๓ ชนิด คือ **เมฆสเตรโตคิวมูลัส (Stratocumulus)** มีลักษณะเป็นแผ่น เป็นลอน แต่ปกคลุมส่วนใหญ่ของท้องฟ้า **เมฆสเตรตัส (Stratus)** มีลักษณะเป็นแผ่นหนาทึบ ปกคลุมส่วนใหญ่ของท้องฟ้า และ **เมฆนิมโบสเตรตัส (Nimbostratus)** มีลักษณะหนาทึบมาก ไม่เป็นรูปร่าง ทำให้ท้องฟ้ามืดครึ้มก่อนฝนจะตก

๔. **เมฆก่อตัวในทางดิ่ง** เป็นเมฆที่ก่อตัวสูงขึ้นเรื่อย ๆ ซึ่งเมื่อก่อตัวเต็มที่แล้ว ที่ฐานของเมฆอาจจะสูงจากพื้นดินเพียง ๕๐๐ เมตร แต่ที่ยอดของเมฆก้อนเดียวกันนั้น อาจจะสูงถึง ๑๒,๐๐๐ เมตร มี ๒ ชนิดคือ **เมฆคิวมูลัส (Cumulus)** มีลักษณะเป็นก้อน เป็นหย่อม ๆ ไม่ติดต่อกัน และ **เมฆคิวมูโลนิมบัส (Cumulonimbus)** มีลักษณะคล้ายภูเขาใหญ่ ซึ่งตอนบนสุดจะแผ่ออกเป็นรูปคล้ายทั่งตีเหล็ก เมฆคิวมูโลนิมบัสนี้ มักก่อให้เกิดพายุฟ้าคะนองลูกเห็บ ได้ง่าย เนื่องจากมีพลังงานความร้อนเป็นจำนวนมากที่ได้มาจากความร้อนแฝงที่ไอน้ำคลายออกมา เมื่อเกิดการกลั่นตัว

ฝนและน้ำฝนแข็ง (Rainfall & Sleet) ฝนคือละอองน้ำที่รวมตัวกันมีขนาดใหญ่ขึ้น จนมีน้ำหนักมากกว่าแรงต้านของอากาศที่พัดขึ้นและจึงตกลงมาเป็นเม็ดฝน บางครั้งก็ตกเบาบางในลักษณะของ **ฝนละออง (Drizzle)** แต่บางทีก็ตกหนักกระหน่ำลงมาเป็น **ฝนซู่ (Shower)** หากเม็ดฝนตกผ่านชั้นของ

อากาศที่มีอุณหภูมิลดต่ำถึงจุดเยือกแข็ง จะทำให้เม็ดฝนแข็งตัวก่อนที่จะตกถึงพื้นดิน และจึงกลายเป็นน้ำฝนแข็ง **(Sleet)** ซึ่งไม่ใช่ลูกเห็บ เพราะน้ำฝนแข็งเป็นเม็ดเล็กมาก ขนาดเม็ดสาคูเล็ก ๆ แต่ก็ไม่ใช่หิมะ เพราะไม่มีลักษณะเป็นเกล็ดหรือเป็นแผ่น

การวัดปริมาณน้ำฝนที่ตกในตำบลหนึ่งตำบลใด มักใช้เครื่องมือที่เรียกว่า **rain gauge** ซึ่งเป็นกระบอกขนาดมาตรฐานสำหรับรองรับน้ำฝนในที่กลางแจ้ง และคิดหน่วยวัดเป็นมิลลิเมตรหรือเป็นนิ้ว ซึ่งแสดงว่าปริมาณฝนที่ตกลงมาบนพื้นดินหากไม่มีการสูญเสียไปโดยวิธีใด ๆ จะมีระดับสูงจากพื้นดิน ตามระยะความสูงที่วัดได้นั้น และเพื่อจะให้ทราบว่าบริเวณที่ใด ๆ มีฝนตกมากน้อยแค่ใดในรอบหนึ่งปี ก็ใช้วิธีลาก **เส้นน้ำฝนเสมอภาค (Isoheyets)** ลงในแผนที่ เช่นเดียวกับการเขียนเส้นอุณหภูมิเสมอภาค และเส้นความกดเสมอภาคดังที่ได้อธิบายมาแล้ว

หิมะ (Snow) เป็นกลุ่มผลึกน้ำแข็งขนาดเล็กมาก ซึ่งจับตัวกันเป็นแผ่นเล็ก ๆ บาง ๆ และตกลงมาบนพื้นดิน เกิดในระยะเวลาที่อุณหภูมิของอากาศลดต่ำกว่าจุดเยือกแข็ง ถ้าใช้แว่นขยายส่องดูจะเห็นว่า แผ่นหิมะแต่ละแผ่นนั้นประกอบด้วยอนุภาคของน้ำแข็งในรูปหกเหลี่ยมหรือรูปผลึก และเกาะตัวกันอยู่เป็นรูปร่างต่าง ๆ สวยงามมาก

ในเขตอากาศหนาว มักจะได้รับหยาดน้ำฟ้า ในลักษณะของหิมะมากกว่าฝน และหิมะจึงมีความสำคัญอยู่มาก เพราะเมื่อหิมะละลายในฤดูร้อนก็กลายเป็นน้ำไหลไปรวมกับแม่น้ำลำธาร เกิดประโยชน์ต่าง ๆ แต่หิมะถ้าหากตกหนักหรือมีลมช่วยพัดพาหิมะไปกองรวมกันหนา ก็จะก่อให้เกิดอุปสรรคในการคมนาคมติดต่อได้

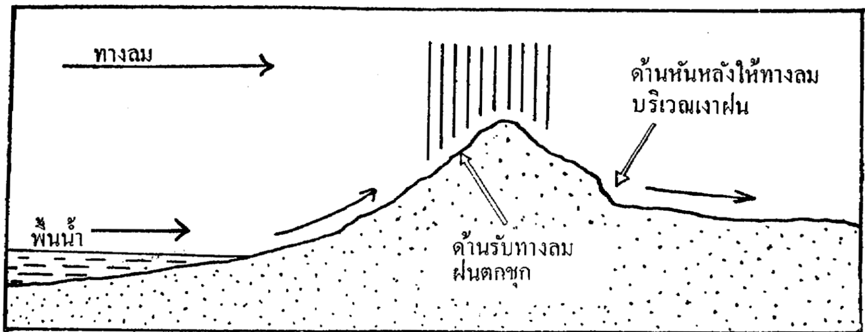
ลูกเห็บ (Hail) เป็นน้ำแข็งที่เกาะตัวกันเป็นก้อน มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ ๒ เซนติเมตร จนถึงมากกว่า ๑๐ เซนติเมตร ซึ่งถ้าผ่าลูกเห็บออกดูจะเห็นว่ามีลักษณะเป็นชั้น ๆ คล้ายหัวหอม เกิดจากการที่น้ำแข็งพอกตัวกันหนาขึ้น ลูกเห็บเกิดจากเมฆชนิดที่เรียกว่าคิวมูโลนิมบัส ซึ่งเป็นเมฆก่อตัวในทางดิ่ง เม็ดฝนเล็ก ๆ ถูกลมหอบขึ้นไปในชั้นบนของเมฆ และแข็งตัวกลายเป็นเม็ดน้ำแข็ง

จากนั้นก็ตกลงมายังชั้นล่างของเมฆ และมีละอองน้ำเกาะติดอยู่ แล้วก็ถูกลมหอบกลับขึ้นไปอีก ซึ่งแต่ละครั้งก็จะมีน้ำแข็งพอกหนาขึ้น จนกลายเป็นลูกเห็บตกลงมาบนพื้นดิน เวลาที่ลูกเห็บตก มักจะก่อให้เกิดอันตรายต่อพืชที่ปลูกไว้ เนื่องจากกำลังแรงปะทะของลูกเห็บ ในประเทศไทยก็เคยมีลูกเห็บตกเป็นบางครั้งบางคราว โดยเฉพาะทางภาคเหนือของประเทศ

ประเภทของหยาดน้ำฟ้า

หยาดน้ำฟ้าที่ตกลงมาบนพื้นดินในลักษณะของฝน น้ำฝนแข็ง หิมะและลูกเห็บนั้น อาจแบ่งออกได้เป็น ๓ ประเภทใหญ่ ๆ ตามลักษณะวิธีการเกิดของมัน คือ หยาดน้ำฟ้าที่เกิดจากภูเขา หรือเกิดจากความต่างระดับของพื้นที่ หยาดน้ำฟ้าที่เกิดจากการพาความร้อน และหยาดน้ำฟ้าที่เกิดจากพายุหมุน

๑. **หยาดน้ำฟ้าที่เกิดจากภูเขาหรือเกิดจากความต่างระดับของภูมิประเทศ (Orographic or Relief Precipitation)** เป็นหยาดน้ำฟ้าประเภทที่เกิดจากลมลอยตัวสูงขึ้น เพราะมีภูเขาหรือที่สูงตั้งขวางทางลมอยู่ และเมื่อลมต้องลอยตัวสูงขึ้น ก็ขยายตัวออกและลดอุณหภูมิลง ไอน้ำในอากาศกลุ่มนั้นจึงเกิดการกลั่นตัว ทางด้านของภูเขาที่หันเข้ารับทางลมจึงมีฝนหรือหิมะตกมาก แต่ด้านที่หันหลังให้ทางลมจะเป็นบริเวณที่มีฝนหรือหิมะตกน้อยหรือไม่ตกเลย ซึ่งเรียกบริเวณนั้นว่า **บริเวณเงาฝน (Rain Shadow)** หยาดน้ำฟ้าประเภทนี้จะเกิดขึ้นมากในบริเวณพื้นที่ที่มีเทือกภูเขาสูง ๆ ตั้งอยู่ไม่ห่างจากฝั่งทะเล และมีลมพัดจากทะเลเข้าหาพื้นแผ่นดิน ตัวอย่างเช่นเทือกภูเขาหิมาลัยทางแถบมณฑลอัสสัมของอินเดีย ซึ่งมีฝนตกชุกมาก เพราะลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้พัดจากอ่าวเบงกอลเข้าไปภายในพื้นแผ่นดิน เมื่อปะทะกับภูเขาก็ลอยตัวสูงขึ้นและเกิดการกลั่นตัวเป็นฝนตกลงมา ทางแถบชายฝั่งจังหวัดจันทบุรี ระยอง และตราดก็มีฝนตกชุกมาก เพราะลมมรสุมที่พัดจากอ่าวไทยเข้ามาในพื้นแผ่นดิน ต้องลอยตัวสูงขึ้น เมื่อปะทะกับภูเขาในบริเวณแถบนั้น



ฝนที่เกิดจากภูเขาและบริเวณเงาฝน

๒. **หยาดน้ำฟ้าที่เกิดจากการพาความร้อน (Convectional Precipitation)** เป็นหยาดน้ำฟ้าประเภทที่เกิดจากลมลอยตัวสูงขึ้น เพราะได้รับความร้อนจากพื้นผิวดิน เมื่อพื้นดินได้รับความร้อนจากแสงอาทิตย์ในตอนกลางวัน ก็ถ่ายเทความร้อนนั้นให้กับอากาศ จึงทำให้อากาศเพิ่มอุณหภูมิสูงขึ้น และลอยตัวขยายตัวออก เกิดการกลั่นตัวเป็นฝนและหิมะ หยาดน้ำฟ้าประเภทนี้มักเกิดขึ้นในตอนในของทวีปในฤดูร้อน หรือในบริเวณแถบศูนย์สูตรและแถบทรอปิคซึ่งได้รับความร้อนจากแสงอาทิตย์มาก

๓. **หยาดน้ำฟ้าที่เกิดจากพายุหมุน (Cyclonic Precipitation)** เป็นฝนหรือหิมะที่เกิดจากพายุไซโคลนที่อธิบายมาแล้วในตอนต้น ในบริเวณที่เป็นแนวปะทะของมวลอากาศที่มีคุณสมบัติแตกต่างกัน ซึ่งมีอยู่ที่ประมาณละติจูด ๓๕ – ๖๕ องศาเหนือและใต้ ที่เรียกว่า **Polar front** ตอนหนึ่ง และที่ประมาณละติจูด ๘ – ๑๕ องศาเหนือและใต้ ที่เรียกว่า **Tropical front** อีกตอนหนึ่ง ตามแนวปะทะของมวลอากาศทั้ง ๒ ตอนนั้น, มักเกิดมีพายุไซโคลนบ่อย ๆ และเมื่อเกิดมีพายุไซโคลนขึ้นก็ทำให้เกิดมีฝนหรือหิมะตกได้ ในเขตอบอุ่นหรือเขตหนาว มักได้รับฝนหรือหิมะที่เกิดจากพายุไซโคลนในระหว่างฤดูหนาวมากกว่าในฤดูร้อน

บทที่ ๗ ภูมิอากาศ

ภูมิอากาศหรืออากาศประจำถิ่น (Climate) หมายความถึงลักษณะของลมฟ้าอากาศที่มีอยู่เป็นประจำในท้องถิ่นหนึ่งท้องถิ่นใด โดยพิจารณาจากองค์ประกอบต่าง ๆ เช่น อุณหภูมิ ปริมาณและฤดูกาลของฝนที่ตก พืชพรรณธรรมชาติ ฯลฯ ในปัจจุบันได้มีการจำแนกประเภทของภูมิอากาศทั่วโลก เพื่อความสะดวกในการกำหนดลักษณะภูมิอากาศของท้องถิ่นว่าเป็นอย่างไร และคล้ายคลึงหรือแตกต่างกับเขตอื่นอย่างใด การจำแนกประเภทของภูมิอากาศนั้นมีทำกันหลายวิธีแตกต่างกันไป และจึงเรียกชื่อหรือกำหนดเขตของภูมิอากาศไม่เหมือนกัน ทำให้ลักลั่นกันอยู่บ้าง แต่วิธีจำแนกที่ได้รับความนิยมอยู่มากในขณะนี้ เป็นวิธีของนักอากาศวิทยาชาวออสเตรีย ชื่อ ดร. วลาดิเมียร์ เคิปเปน (Dr. Wladimir Köppen) แห่งมหาวิทยาลัยกราซ (University of Graz) ซึ่งได้ตีพิมพ์ออกเผยแพร่เป็นครั้งแรกใน พ.ศ. ๒๔๖๑ และต่อมาได้แก้ไขข้อบกพร่องให้สมบูรณ์ขึ้น วิธีการจำแนกภูมิอากาศของเคิปเปนมีข้อดีคือ กำหนดได้แน่นอนรัดกุม เพราะใช้ตัวเลขแสดงอุณหภูมิและปริมาณฝนของท้องถิ่นต่าง ๆ เป็นหลักในการพิจารณา ตลอดจนการสังเกตลักษณะพืชพรรณธรรมชาติประกอบด้วย ทำให้สามารถกำหนดขอบเขตของภูมิอากาศแต่ละประเภทได้ง่าย นอกจากนี้ เคิปเปนยังใช้ตัวอักษรเป็นสัญญลักขณ์แสดงภูมิอากาศประเภทต่าง ๆ แทนที่จะใช้ชื่อเรียก ทำให้สะดวกในการเรียก และใช้ได้เป็นสากลทั่วโลก แต่ก็ยากที่จะเข้าใจสำหรับคนทั่วไปที่ไม่ได้ศึกษาวิธีการ เพราะตัวอักษรที่เป็นสัญญลักขณ์ไม่ได้อธิบายความหมายในตัวของมันเอง ผิดกับชื่อเรียกที่ตั้งขึ้นโดยแสดงความหมายได้ จึงได้มีนักภูมิศาสตร์อื่น ๆ รับวิธีจำแนกของเคิปเปนไปดัดแปลงและกำหนดชื่อภูมิอากาศขึ้นใหม่ ดังจะได้อธิบายละเอียดในตอนต่อไป

การจำแนกประเภทของภูมิอากาศตามวิธีของเคิปเปน

เคิปเปนได้จำแนกประเภทของภูมิอากาศออกเป็นกลุ่มใหญ่ ๆ ๖ กลุ่ม ใช้ตัวอักษร **A, B, C, D, E** และ **H** เป็นสัญญลักขณ์กำหนดกลุ่ม จากนั้นได้ใช้ตัวอักษรแถวที่สอง และแถวที่สามประกอบ เพื่อจำแนกประเภทย่อย ๆ ออกไป ซึ่งปรากฏเป็นดังนี้

กลุ่ม A. ภูมิอากาศร้อนชื้น แบ่งเป็น

Af อากาศร้อนชื้น มีฝนตกตลอดทั้งปี

Am อากาศร้อนชื้นแถบมรสุม

Aw อากาศร้อนชื้น มีฤดูหนาวแล้ง

กลุ่ม B. ภูมิอากาศแห้งแล้ง แบ่งเป็น

BWh อากาศแห้งแล้งแบบทะเลทรายแถบร้อน

BWk อากาศแห้งแล้งแบบทะเลทรายแถบหนาว

BSh อากาศแห้งแล้งแบบทุ่งหญ้ากึ่งทะเลทรายแถบร้อน

BSk อากาศแห้งแล้งแบบทุ่งหญ้ากึ่งทะเลทรายแถบหนาว

กลุ่ม C. ภูมิอากาศชื้นอุณหภูมิปานกลาง แบ่งเป็น

Csa, Csb อากาศชื้นอุณหภูมิปานกลาง มีฤดูร้อนแล้ง และมีฤดูร้อนที่ร้อนมากหรือร้อนปานกลาง

Cfa, Cwa อากาศชื้นอุณหภูมิปานกลาง มีฝนตกตลอดทั้งปีหรือมีฤดูหนาวแล้ง มีฤดูร้อนที่ร้อนมาก

Cfb, Cfc อากาศชื้นอุณหภูมิปานกลาง มีฝนตกตลอดทั้งปี มีฤดูร้อนที่ร้อนปานกลาง หรือค่อนข้างหนาวเย็น

กลุ่ม D. ภูมิอากาศชื้นอุณหภูมิต่ำ แบ่งเป็น

Dfa, Dwa อากาศชื้นอุณหภูมิต่ำ มีฝนตกตลอดทั้งปี หรือมีฤดูหนาวแล้ง มีฤดูร้อนที่ร้อนมาก

Dfb, Dwb อากาศชื้นอุณหภูมิต่ำ มีฝนตกตลอดทั้งปี หรือมีฤดูหนาวแล้ง มีฤดูร้อนที่ร้อนปานกลาง

Dfc, Dwc, Dwd อากาศชื้นอุณหภูมิต่ำ มีฝนตกตลอดทั้งปี หรือมีฤดูหนาวแล้ง มีฤดูร้อนที่อากาศค่อนข้างหนาวเย็น หรือมีฤดูหนาวที่อากาศหนาวจัดมาก

กลุ่ม E. ภูมิอากาศแถบขั้วโลก แบ่งเป็น

ET อากาศแถบขั้วโลก มีบางเดือนที่อุณหภูมิสูงกว่าขีดเยือกแข็ง

EF อากาศแถบขั้วโลก มีอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำกว่าขีดเยือกแข็งทุกเดือน

กลุ่ม H. ภูมิอากาศแถบภูเขาสูง

คำอธิบายสัญญลักษณ์ต่าง ๆ ของเคิปเปน

A = อุณหภูมิเฉลี่ยแต่ละเดือนสูงกว่า ๑๘° ซ. (๖๔.๔° ฟ.) ทุกเดือน

B = การระเหยตัวมีมากกว่าปริมาณฝนที่ได้รับ

C = อุณหภูมิเฉลี่ยบางเดือนต่ำกว่า ๑๘° ซ. แต่ไม่ต่ำไปกว่า — ๓° ซ. (๒๖.๖° ฟ.)

D = อุณหภูมิเฉลี่ยบางเดือนต่ำกว่า—๓° ซ. แต่มีบางเดือนที่สูงกว่า ๑๐° ซ.

E = อุณหภูมิเฉลี่ยแต่ละเดือนต่ำกว่า ๑๐° ซ. ทุกเดือน

a = เดือนที่ร้อนที่สุดมีอุณหภูมิสูงกว่า ๒๒° ซ. (๗๑.๖° ฟ.)

b = เดือนที่ร้อนที่สุดต่ำกว่า ๒๒° ซ. แต่มีเดือนที่อุณหภูมิเฉลี่ยสูงกว่า ๑๐° ซ. ไม่น้อยกว่า ๔ เดือน

c = เดือนที่ร้อนที่สุดต่ำกว่า ๒๒° ซ. และมีเดือนที่อุณหภูมิเฉลี่ยสูงกว่า ๑๐° ซ. ไม่ถึง ๔ เดือน

d = เดือนที่หนาวที่สุดมีอุณหภูมิต่ำกว่า —๓๘° ซ. (—๓๖.๔° ฟ.)

f = ไม่มีฤดูแล้ง

s = ฤดูร้อนแห้งแล้ง

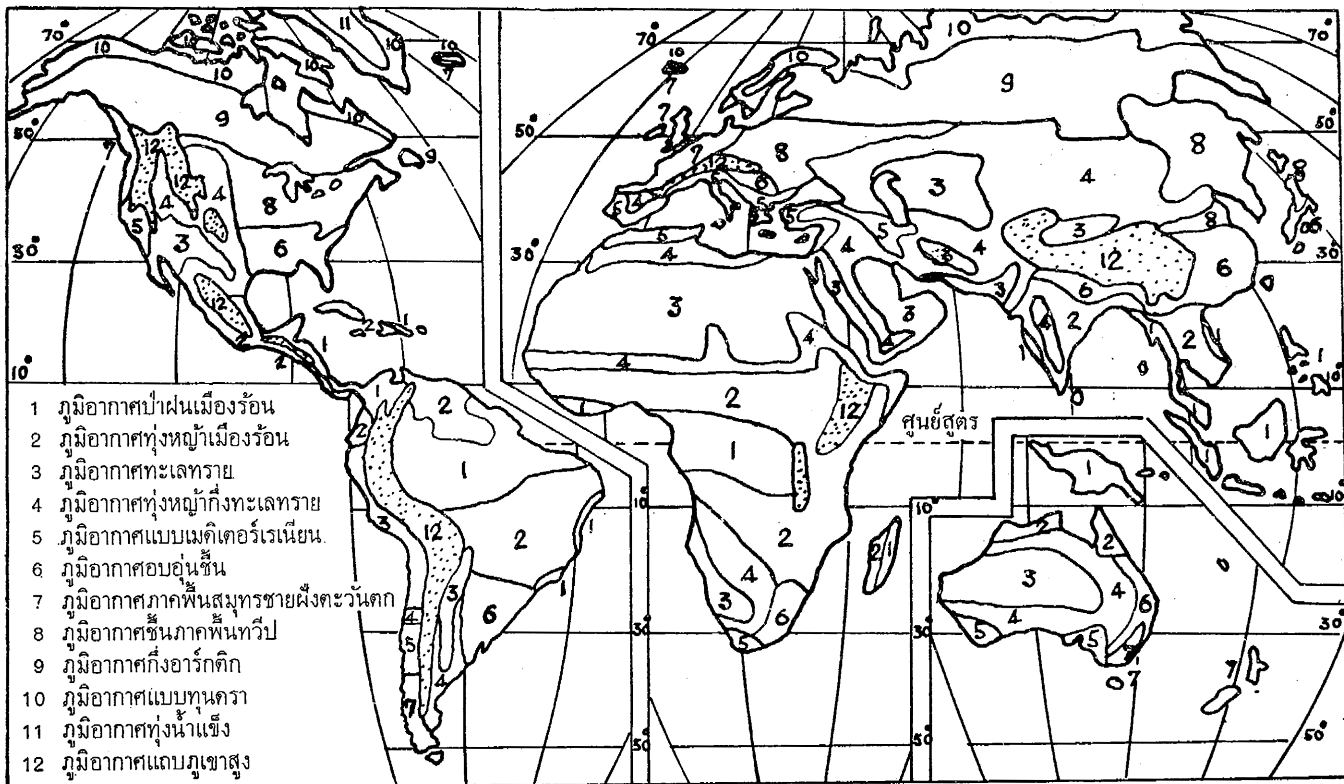
w = ฤดูหนาวแห้งแล้ง

ลักษณะและเขตภูมิอากาศประเภทต่าง ๆ

ตามวิธีการจำแนกภูมิอากาศของเคิปเปนดังได้กล่าวมาแล้วข้างต้น ได้มีนักภูมิศาสตร์อเมริกันชื่อศาสตราจารย์เกลนที. เทรวาธา (Glen T. Trewartha) รับไปใช้และดัดแปลงเล็กน้อย และได้แพร่หลายออกไป ซึ่งมีการเรียกชื่อประเภทต่าง ๆ ของภูมิอากาศ ดังนี้

ก. **ภูมิอากาศฝนชุกเมืองร้อน (Tropical Rainy Climates)** ใช้สัญญลักษณ์ A ของเคิปเปน และแบ่งออกเป็น ๒ ประเภทคือ ภูมิอากาศประเภทป่าฝนเมืองร้อน และภูมิอากาศประเภททุ่งหญ้าเมืองร้อน

๑. **ภูมิอากาศประเภทป่าฝนเมืองร้อน (Tropical Rainforest)** ใช้สัญญลักษณ์ Af และ Am ของเคิปเปน เป็นลักษณะของภูมิอากาศที่มีอยู่ในเขตใกล้



เขตภูมิอากาศของโลก

เคียงศูนย์สูตร มีฝนตกชุกมาก และมีอุณหภูมิสูงตลอดทั้งปี ถ้าเป็นบริเวณที่อยู่ในเขตละติจูดประมาณ ๕° เหนือถึง ๕° ใต้ จะมีฝนตกตลอดทั้งปีโดยไม่มีฤดูแล้ง และจึงจัดเป็นภูมิอากาศประเภท Af แต่ถ้าเป็นเขตที่มีฝนตกชุกมาก แต่มีฤดูแล้งสลับอยู่สั้น ๆ ก็จัดเป็นภูมิอากาศประเภท Am ทั้งสองประเภทนี้ จะมีพืชพรรณธรรมชาติเป็นป่าดิบ (Tropical Evergreen Forest) คือเป็นป่าที่มีต้นไม้ขนาดใหญ่และขนาดเล็กขึ้นปะปนกันหนาทึบ และมีใบเขียวตลอดทั้งปี ไม่ผลัดใบ

เขตที่มีภูมิอากาศประเภทป่าฝนเมืองร้อนที่อยู่ในแถบศูนย์สูตร ก็ได้แก่ลุ่มแม่น้ำอเมซอนในทวีปอเมริกาใต้ ลุ่มแม่น้ำคองโกในแอฟริกาตอนกลางและชายฝั่งกินีในแอฟริกาตะวันตก คาบสมุทรมลายูและหมู่เกาะอินโดนีเซียในทวีปเอเชีย ส่วนเขตที่มีภูมิอากาศประเภทป่าฝนเมืองร้อน แต่อยู่ในเขตมรสุมก็ได้แก่ชายฝั่งตะวันตกของอินเดีย ชายฝั่งของพม่า ภาคใต้และภาคตะวันออกของไทย และชายฝั่งตะวันออกเฉียงเหนือของทวีปอเมริกาใต้

๒. ภูมิอากาศประเภททุ่งหญ้าเมืองร้อน (Tropical Grassland or Savanna Climate) ใช้สัญญลักขณ์ Aw ของเคิปเปน เป็นภูมิอากาศประเภทเมืองร้อนมีอุณหภูมิสูงตลอดทั้งปี แต่ความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างฤดูร้อนกับฤดูหนาวมีมากกว่าภูมิอากาศประเภทป่าฝนเมืองร้อน ฝนที่ตกมีปานกลางส่วนใหญ่ตกในฤดูร้อน พอถึงฤดูหนาว อากาศแล้งติดต่อกันเป็นเวลา ๓ — ๖ เดือน เนื่องจากเป็นเขตที่มีฝนตกไม่ชุกมาก และมีฤดูแล้งสลับอยู่ ฉะนั้นพืช-พรรณธรรมชาติที่มีอยู่จึงเป็นป่าโปร่ง ซึ่งมีต้นไม้ผลัดใบในฤดูแล้ง หรือมิฉะนั้นก็เป็นทุ่งหญ้าสลับกับป่าไม้ เขตที่มีภูมิอากาศประเภทนี้ก็ได้แก่บริเวณที่อยู่ระ-หว่างละติจูด ๕ — ๒๐ องศาเหนือและใต้ ซึ่งเป็นเขตภูมิอากาศที่อยู่ระหว่างเขตภูมิอากาศประเภทป่าฝนเมืองร้อนกับเขตภูมิอากาศประเภททุ่งหญ้ากึ่งทะเลทราย ในทวีปอเมริกาใต้มีเขตภูมิอากาศประเภทนี้อยู่ในบริเวณที่ราบสูงกิอานาและที่ราบสูงบราซิล เรียกชื่อว่า **ทุ่งหญ้ายานอส (Llanos)** และ **ทุ่งหญ้าแกมปอส (Campos)** ตามลำดับ ในทวีปแอฟริกา มีเขตภูมิอากาศประเภททุ่งหญ้าเมืองร้อนที่มีเนื้อที่กว้างใหญ่มาก ทางตอนใต้ของทะเลทรายสะฮาราและทะเลทรายลิเบีย

กินอาณาเขตติดต่อมาถึงแอฟริกาตะวันออก และทางตอนใต้ของลุ่มแม่น้ำคองโก ในแอฟริกากลาง ในทวีปเอเชียก็มีเขตภูมิอากาศประเภททุ่งหญ้าเมืองร้อนในอินเดีย ภาคเหนือและภาคกลางของพม่า และภาคต่าง ๆ ของไทยยกเว้นภาคใต้และภาคตะวันออก และในทวีปออสเตรเลียมีอยู่ทางภาคเหนือของทวีป

ข. **ภูมิอากาศแห้งแล้ง (Dry Climates)** ใช้สัญญลักขณ์ B ของเคิปเปน และแบ่งออกเป็น ๒ ประเภทคือ ภูมิอากาศประเภททะเลทราย และภูมิอากาศประเภททุ่งหญ้ากึ่งทะเลทราย

๑. **ภูมิอากาศประเภททะเลทราย (Desert Climate)** ใช้สัญญลักขณ์ BW เป็นลักษณะของภูมิอากาศที่แห้งแล้งมากที่สุด มีฝนตกน้อยมาก (ตามปกติถือกันง่าย ๆ ว่ามีฝนตกน้อยกว่า ๑๐ นิ้ว หรือ ๒๕๐ มิลลิเมตรต่อปี) บางแห่งมีฝนตกปีละไม่ถึง ๑ นิ้ว ฉะนั้นพื้นที่โดยทั่ว ๆ ไปจึงแห้งแล้งกันดาร มีพืชขึ้นเบาบางหรือไม่มีเลย พืชที่จะขึ้นได้ต้องทนความแห้งแล้งได้ดี เช่นพืชจำพวกหญ้าหรือต้นกระบองเพชร ความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างฤดูร้อนและฤดูหนาวและระหว่างกลางวันกับกลางคืนมีอยู่มาก ในตอนกลางวันอุณหภูมิอาจขึ้นสูงถึงกว่า ๔๐° ซ. (๑๐๐° ฟ.) แต่พอตกกลางคืนอุณหภูมิอาจลดต่ำถึงจุดเยือกแข็งหรือใกล้เคียงจุดเยือกแข็ง ทั้งนี้เนื่องจากในเขตทะเลทรายมีอากาศแห้งและท้องฟ้าโปร่ง ไม่มีพืชขึ้นปกคลุมดิน เวลากลางวันจึงได้รับความร้อนจากแสงอาทิตย์มาก และพอตกกลางคืนก็คลายความร้อนได้โดยรวดเร็ว ไม่มีเมฆช่วยเป็นฉากกั้นการสะท้อนความร้อนของพื้นผิวดิน

ภูมิอากาศประเภททะเลทราย แบ่งออกเป็น ๒ ประเภทย่อย คือถ้าอยู่ในเขตร้อนก็จัดเป็นทะเลทรายแถบร้อน (Hot Desert) หรือทะเลทรายเขตละติจูดต่ำ (Low—latitude Desert) ใช้สัญญลักขณ์ BWh แต่ถ้าอยู่ในเขตอบอุ่นก็จัดเป็นทะเลทรายแถบหนาว (Cold Desert) หรือทะเลทรายเขตละติจูดปาน-กลาง (Middle—latitude Desert) ใช้สัญญลักขณ์ BWk ตัวอย่างของทะเลทรายแถบร้อน ก็ได้แก่ทะเลทรายต่าง ๆ ในทวีปแอฟริกา ทะเลทรายในคาบสมุทรอาหรับ ทะเลทรายในเม็กซิโก และทะเลทรายในทวีปออสเตรเลีย ส่วนทะเลทรายแถบหนาวก็ได้แก่ทะเลทรายโกบีในภาคกลางของทวีปเอเชีย และ

ทะเลทรายในมลรัฐยูตาห์ และมลรัฐเนวาดาในสหรัฐอเมริกา

จะสังเกตเห็นได้ว่าเขตทะเลทรายต่าง ๆ นั้น มีอยู่เฉพาะทางภาคตะวันตกและภาคกลางของทวีปต่าง ๆ ทางชายฝั่งภาคตะวันออกของทวีปจะไม่มีเขตทะเลทราย ทั้งนี้ยกเว้นทวีปแอฟริกาทวีปเดียวที่มีทะเลทรายมาจดฝั่งทะเลแดงทางภาคตะวันออกของทวีป ที่เป็นเช่นนี้ก็เนื่องจากทวีปแอฟริกามีดินแดนเกือบจะติดต่อกับทวีปเอเชีย ถ้าพิจารณารวมกันเป็นผืนแผ่นดินเดียวกันแล้ว ทวีปแอฟริกาก็เปรียบเหมือนกับเป็นดินแดนทางภาคตะวันตกของทวีปเอเชียนั่นเอง อิทธิพลของลมสินค้าที่นำความชื้นจากมหาสมุทรแปซิฟิกมาให้ทวีปเอเชีย จึงไม่สามารถจะแทรกซึมเข้าไปได้ถึงภาคตะวันออกของทวีปแอฟริกา

๒. **ภูมิอากาศประเภททุ่งหญ้ากึ่งทะเลทรายหรือทุ่งหญ้าสเตปป์ (Steppe Climate)** ใช้สัญญลักขณ์ **BS** เป็นลักษณะของภูมิอากาศกึ่งแห้งแล้ง **(Semi arid)** คือไม่แห้งแล้งมากเหมือนกับทะเลทราย แต่ในขณะเดียวกันก็แห้งแล้งมากกว่าภูมิอากาศประเภททุ่งหญ้า โดยปกติมีฝนตกน้อยมาก มีพืชพรรณธรรมชาติเป็นทุ่งหญ้าที่ขึ้นเบาบาง ใช้เลี้ยงสัตว์ได้ แต่มักจะเป็นการเลี้ยงสัตว์เร่ร่อนมากกว่าที่จะอยู่ประจำเป็นที่

ภูมิอากาศประเภททุ่งหญ้ากึ่งทะเลทราย แบ่งออกเป็น ๒ ประเภทย่อยเช่นเดียวกับภูมิอากาศประเภททะเลทราย กล่าวคือแบ่งเป็น **ทุ่งหญ้ากึ่งทะเลทรายแถบร้อน (Hot Steppe)** หรือ **ทุ่งหญ้ากึ่งทะเลทรายละติจูดต่ำ (Low–latitude Steppe)** ใช้สัญญลักขณ์ **BSh** กับ ทุ่งหญ้ากึ่งทะเลทรายแถบหนาว **(Cold Steppe)** หรือ **ทุ่งหญ้ากึ่งทะเลทรายเขตละติจูดปานกลาง (Middle–latitude Steppe)** ใช้สัญญลักขณ์ **BSk** ภูมิอากาศประเภททุ่งหญ้ากึ่งทะเลทรายนี้ มีอยู่ในเขตที่อยู่ติดต่อกับเขตทะเลทรายต่าง ๆ ถ้าอยู่ติดต่อกับเขตทะเลทรายแถบร้อนก็เป็นทุ่งหญ้ากึ่งทะเลทรายแถบร้อน และถ้าอยู่ติดต่อกับเขตทะเลทรายแถบหนาวก็เป็นทุ่งหญ้ากึ่งทะเลทรายแถบหนาว

ค. **ภูมิอากาศชื้นอุณหภูมิปานกลาง (Humid Mesothermal Climates)** ใช้สัญญลักขณ์ **C** ของเคิปเปน แบ่งออกเป็น ๓ ประเภท คือ ภูมิอากาศประเภทเมดิเตอร์เรเนียน ภูมิอากาศประเภทกึ่งเมืองร้อนชื้นหรืออบอุ่นชื้นและ

ภูมิอากาศประเภทภาคพื้นสมุทรชายฝั่งตะวันตก

๑. **ภูมิอากาศประเภทเมดิเตอร์เรเนียน (Mediterranean Climate)** เรียกอีกชื่อหนึ่งว่า **ภูมิอากาศกึ่งเมืองร้อนมีฤดูร้อนแล้ง (Dry–Summer Subtropical Climate)** มีสัญญลักขณ์ว่า **Csa** และ **Csb** เป็นภูมิอากาศอบอุ่นที่มีฤดูร้อนร้อนจัดหรือร้อนปานกลาง และฤดูหนาวอากาศไม่หนาวจัด มีฝนตกไม่มากนัก และส่วนใหญ่ตกในฤดูหนาว ฤดูร้อนแห้งแล้ง ท้องฟ้าแจ่มใสมีแสงแดดมากเกือบตลอดทั้งปี พืชพรรณธรรมชาติเป็นป่าไม้ไม่ผลัดใบ ชนิดที่มีใบเล็กหนา มีลำต้นไม่สูงใหญ่นัก และมักมีรากลึก มีเปลือกหนา เพื่อให้ทนความแห้งแล้งในฤดูร้อนได้ ถ้าหากเป็นเขตที่อยู่ห่างจากชายฝั่งทะเลมากหน่อย มีฝนตกน้อยลง พืชพรรณธรรมชาติก็มักเป็นทุ่งหญ้า หรือเป็นป่าละเมาะ

เขตที่มีภูมิอากาศประเภทนี้ มีอยู่เฉพาะทางชายฝั่งตะวันตกของทวีปในช่วงละติจูดที่ ๓๐–๔๐ องศา ยกเว้นทวีปยุโรปที่มีอยู่ทางภาคใต้ของทวีปด้วย เพราะทวีปยุโรปมีดินแดนติดต่อกับทวีปเอเชีย จึงเปรียบเหมือนเป็นดินแดนภาคตะวันตกของทวีปทั้งสองรวมกัน บริเวณต่าง ๆ ของโลกที่มีภูมิอากาศประเภทเมดิเตอร์เรเนียน จึงมีอยู่ ๕ เขตด้วยกัน คือ

๑. ชายฝั่งทะเลเมดิเตอร์เรเนียนของทวีปยุโรป ทวีปเอเชีย และแอฟริกาตะวันตกเฉียงเหนือ

๒. แหลมกู๊ดโฮปในแอฟริกาใต้

๓. ชายฝั่งตะวันตกเฉียงใต้ของรัฐออสเตรเลียตะวันตก และชายฝั่งตะวันออกเฉียงใต้ของรัฐออสเตรเลียใต้

๔. ภาคกลางของมลรัฐแคลิฟอร์เนียในสหรัฐอเมริกา

๕. ภาคกลางของประเทศชิลีในทวีปอเมริกาใต้

เนื่องจากเขตภูมิอากาศประเภทเมดิเตอร์เรเนียนมีอากาศอบอุ่น ฤดูหนาวไม่หนาวจัด มีแสงแดดมากตลอดทั้งปี จึงทำให้เขตภูมิอากาศประเภทนี้มีความสำคัญในด้านการปลูกผักและผลไม้ และเป็นที่ตากอากาศของนักท่องเที่ยว ดังจะเห็นได้จากประเทศต่าง ๆ ในยุโรปภาคใต้ และในมลรัฐแคลิฟอร์เนียของสหรัฐอเมริกา ซึ่งมีเมืองตากอากาศอยู่มากมาย

๒. **ภูมิอากาศประเภทกึ่งเมืองร้อนชื้นหรืออบอุ่นชื้น (Humid Sub-tropical Climate)** ใช้สัญลักษณ์ **Cfa** หรือ **Cwa** เป็นภูมิอากาศอบอุ่นที่มีฤดูร้อนอากาศร้อนจัด มีฝนตกตลอดทั้งปีหรือมีฤดูหนาวแล้ง ถ้าอยู่ใกล้ชายฝั่งจะมีฝนตกชุกมาก และมีพืชพรรณธรรมชาติเป็นป่าไม้ใบกว้างชนิดผลัดใบ (Broad-leaf deciduous forest) หรือป่าไม้ใบกว้างชนิดไม่ผลัดใบ (Broadleaf evergreen forest) แต่ถ้าอยู่เข้าไปภายในทวีป ฝนจะตกน้อยลง และพืชพรรณธรรมชาติเป็นทุ่งหญ้าเขตอบอุ่น ที่เรียกว่า ทุ่งหญ้าแพรรี (Praerie)

เขตที่มีภูมิอากาศประเภทนี้ มีอยู่ทางภาคตะวันออกของทวีปต่าง ๆ ในช่วงละติจูดที่ ๒๐°–๓๕° เหนือและใต้ ได้แก่ภาคตะวันออกเฉียงใต้ของสหรัฐ-อเมริกา ภาคตะวันออกของจีนและภาคใต้ของญี่ปุ่น ลุ่มแม่น้ำปารานา–ปารา-กวัยในทวีปอเมริกาใต้ ชายฝั่งตะวันออกของแอฟริกาใต้ และชายฝั่งตะวันออกของทวีปออสเตรเลีย

๓. **ภูมิอากาศประเภทภาคพื้นสมุทรชายฝั่งตะวันตก (Marine West Coast Climate)** ใช้สัญลักษณ์ **Cfb** หรือ **Cfc** เป็นภูมิอากาศอบอุ่น มีฤดูร้อนที่ร้อนปานกลาง หรือค่อนข้างหนาวเย็น แต่ฤดูหนาวอากาศไม่หนาวจัด มีฝนตกสม่ำเสมอตลอดทั้งปี ไม่มีฤดูแล้ง เนื่องจากได้รับลมประจำตะวันตกที่พัดมาจากมหาสมุทรเข้ามาสู่ทวีปตลอดทั้งปี และนอกจากนี้ยังได้รับอิทธิพลจากกระแสน้ำอุ่นในมหาสมุทร ตลอดจนอยู่ในเส้นทางที่มักเกิดพายุไซโคลนเคลื่อนที่ผ่านบ่อย ๆ ด้วย พืชพรรณธรรมชาติเป็นป่าไม้ใบกว้างชนิดผลัดใบ (Broadleaf deciduous forest) ปนกับป่าสน (Needleleaf evergreen forest)

เขตที่มีภูมิอากาศประเภทนี้มักอยู่ทางชายฝั่งตะวันตกของทวีป ในช่วงละติจูดที่ ๔๕° ถึง ๖๐° เหนือและใต้ ได้แก่ยุโรปตะวันตก ชายฝั่งตะวันออกเฉียงเหนือและชายฝั่งตะวันตกเฉียงเหนือของทวีปอเมริกาเหนือ ภาคใต้ของประเทศชิลีในทวีปอเมริกาใต้ และหมู่เกาะประเทศนิวซีแลนด์ ส่วนที่อยู่ทางชายฝั่งตะวันออกของทวีปมีอยู่เพียง ๒ แห่ง คือชายฝั่งตะวันออกของแอฟริกาใต้ และชายฝั่งตะวันออกเฉียงใต้ของทวีปออสเตรเลีย

ง. **ภูมิอากาศชื้นอุณหภูมิต่ำ (Humid Microthermal Climates)** ใช้

สัญญลักษณ์ D ของเคิปเปน แบ่ง ๒ ประเภท คือ ภูมิอากาศชื้นภาคพื้นทวีป และภูมิอากาศกึ่งอาร์กติก

๑. **ภูมิอากาศชื้นภาคพื้นทวีป (Humid Continental Climate)** ใช้สัญญ-ลักษณ์ **Dfa, Dfb, Dwa, Dwb** เป็นลักษณะของภูมิอากาศที่มีอุณหภูมิในฤดูหนาวหนาวจัด แต่อุณหภูมิในฤดูร้อนสูงมากหรือสูงปานกลาง ฉะนั้นความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างฤดูร้อนกับฤดูหนาวจึงมีอยู่มาก ทั้งนี้เนื่องจากได้รับอิทธิพลจากมหาสมุทรน้อย โดยที่อยู่ห่างจากฝั่งทะเลเข้ามาภายในทวีป หรืออยู่ทางด้านของทวีปที่ได้รับลมที่พัดออกจากทวีปมากกว่าที่จะได้รับลมที่พัดมาจากมหาสมุทร ปริมาณฝนที่ตกก็มีอยู่ปานกลางจนถึงน้อยมาก คือถ้าอยู่ใกล้ชายฝั่งก็มีฝนตกมากหน่อย แต่ห่างจากฝั่งเข้าไป ภายในฝนจะมีตกน้อยลงจนติดต่อกับเขตแห้งแล้ง ฝนส่วนใหญ่ตกในฤดูร้อน เป็นฝนประเภทที่เกิดจากการนำพาความร้อน (**Convectional Rainfall**) ในฤดูหนาวบางครั้งมีอากาศหนาวจัดมาก และเกิดมีพายุหิมะ

ภูมิอากาศชื้นภาคพื้นทวีปแบ่งออกเป็น ๒ ประเภทย่อยคือ ประเภทหนึ่งเรียกชื่อว่า **ภูมิอากาศชื้นภาคพื้นทวีปที่มีฤดูร้อนนาน (Humid Continental Climate with long Summer)** มีสัญญลักษณ์ว่า **Dfc** หรือ **Dwa** เรียกกันอีกชื่อหนึ่งว่า **ภูมิอากาศแถบปลูกข้าวโพด (Corn Belt Climate)** เพราะว่าแถบปลูกข้าวโพดสำคัญ ๆ ของโลก เช่นในสหรัฐอเมริกาและสหภาพโซเวียตมีภูมิ-อากาศประเภทนี้ เป็นภูมิอากาศที่มีฤดูร้อนร้อนจัดและค่อนข้างยาวนาน คือมีระยะเวลาที่อุณหภูมิสูงกว่าขีดเยือกแข็งประมาณ ๑๕๐–๒๐๐ วัน จึงเพาะปลูกข้าวโพดได้ บริเวณที่อยู่ใกล้กับชายฝั่งมีฝนตกมากหน่อย พืชพรรณธรรมชาติเป็นป่าไม้ผสมระหว่างไม้ผลัดใบกับไม้สน แต่ถัดเข้าไปภายในทวีปที่มีฝนตกน้อยลง จะมีพืชพรรณธรรมชาติเป็นทุ่งหญ้าแพรรี่

เขตที่มีภูมิอากาศแถบปลูกข้าวโพด ก็ได้แก่ดินแดนในช่วงละติจูดที่ ๓๕ ถึง ๔๕ องศาเหนือ ในสหรัฐอเมริกา ยุโรปตะวันออก (ลุ่มแม่น้ำดานูบ) และภาคเหนือของจีนและเกาหลี

อีกประเภทหนึ่งเรียกชื่อว่า **ภูมิอากาศชื้นภาคพื้นทวีปที่มีฤดูร้อนสั้น**

(Humid Continental Climate with short Summer) มีสัญญลักษณ์ว่า Dfb, Dwb เรียกอีกชื่อหนึ่งว่า **ภูมิอากาศแถบปลูกข้าวสาลีฤดูใบไม้ผลิ** (Spring-Wheat Belt Climate) เพราะในเขตภูมิอากาศนี้มีข้าวสาลีฤดูใบไม้ผลิเป็นพืชผลสำคัญ ภูมิอากาศประเภทนี้มีฤดูร้อนอุณหภูมิปานกลาง และไม่ยาวนานมากนักคือมีฤดูที่จะเพาะปลูกได้ระหว่าง ๙๐—๑๕๐ วัน ในฤดูหนาวอากาศมักหนาวจัดพืชพรรณธรรมชาติเป็นป่าไม้สนหรือเป็นทุ่งหญ้าแพรรี่สุดแล้วแต่จะมีฝนตกมากหรือน้อย

เขตที่มีภูมิอากาศประเภทหลังนี้ ได้แก่บริเวณที่อยู่ระหว่างละติจูด ๔๐—๕๐ องศาเหนือ ในสหรัฐอเมริกาและแคนาดา ในยุโรปภาคกลางและภาคตะวันออก (เยอรมันตะวันออก โปแลนด์ และรุสเซีย) และภาคตะวันออกเฉียงใต้ของไซบีเรีย

๒. **ภูมิอากาศกึ่งอาร์กติก** หรือภูมิอากาศกึ่งขั้วโลก (Subarctic Climate) ใช้สัญญลักษณ์ Dfc, Dwc, Dwd เรียกอีกชื่อหนึ่งว่า **ภูมิอากาศแบบไทก้า** (Taiga Climate) เป็นภูมิอากาศที่มีความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างฤดูร้อนกับฤดูหนาวมากกว่าภูมิอากาศประเภทใด ๆ ทั้งหมด ในฤดูหนาวมีอากาศหนาวจัดเป็นเวลานาน ตัวอย่างเช่นที่เมืองเวอร์โคยันสก์ในไซบีเรีย ในเดือนมกราคมมีอุณหภูมิเฉลี่ยเพียง —๑๙° ซ. และเมื่อเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. ๒๔๓๕ ปรากฏว่าที่เมืองนั้นมีอุณหภูมิลดต่ำที่สุดเท่าที่เคยบันทึกไว้ คือ ถึง —๔๒° ซ. (—๙๐° ฟ.) แต่ในฤดูร้อนภูมิอากาศประเภทนี้จะมีฤดูร้อนที่ค่อนข้างเย็นและมีระยะสั้นมาก ฉะนั้น ระยะเวลาที่พืชจะเจริญเติบโตได้จึงมีอยู่จำกัด ในเขตภูมิอากาศประเภทนี้พืชพรรณธรรมชาติจึงเป็นป่าสน หรือป่าไม้ใบแหลมไม่ผลัดใบ ซึ่งในรุสเซียเรียกชื่อว่าป่าไม้ไทก้า

เขตภูมิอากาศกึ่งอาร์กติก มีปรากฏอยู่ในส่วนใหญ่ของแคนาดาและอะแลสกา ในคาบสมุทรสแกนดิเนเวียและในไซบีเรีย ประมาณละติจูดที่ ๕๐—๗๐ องศา ในซีกโลกใต้ไม่มีเขตภูมิอากาศประเภทนี้

จ. **ภูมิอากาศแถบขั้วโลก** (Polar Climates) เป็นภูมิอากาศแถบหนาวเย็นมากที่สุด ใช้สัญญลักษณ์ E ของเคิปเปน และแบ่งออกเป็น ๒ ประเภท คือ ภูมิอากาศแบบทุนดรา และภูมิอากาศทุ่งน้ำแข็ง

๑. **ภูมิอากาศแบบทุนดรา (Tundra Climate)** ใช้สัญญลักษณ์ **ET** เป็นภูมิอากาศที่เชื่อมต่อระหว่างเขตภูมิอากาศแบบไทก้ากับภูมิอากาศทุ่งน้ำแข็ง มีฤดูหนาวที่หนาวจัดมาก และมีฤดูร้อนอยู่สั้น ๆ ที่มีอุณหภูมิสูงกว่าขีดเยือกแข็ง แต่ต่ำกว่า ๑๐° ซ. (๕๐° ฟ.) ในเขตภูมิอากาศเช่นนี้ จึงไม่มีต้นไม้ขนาดใหญ่ขึ้นเลย เพราะฤดูร้อนสั้นเกินกว่าที่ต้นไม้จะเจริญเติบโตได้ พืชพรรณธรรมชาติที่มีอยู่ก็มีเพียงตะไคร่น้ำไลเคน (lichen) หรือหญ้ามอส (moss) ที่ทนอากาศหนาวได้ และใช้เวลาเติบโตสั้น ๆ ในระหว่างฤดูร้อน ฝกตกปริมาณปานกลาง ส่วนใหญ่ตกในฤดูร้อนและฤดูใบไม้ร่วง ในฤดูหนาวมีหิมะตกบ้างไม่มากนัก และมักจะมีพายุหิมะบ่อย ๆ

เขตภูมิอากาศแบบทุนดรามีอยู่เฉพาะในซีกโลกเหนือ แถบชายฝั่งมหาสมุทรอาร์กติกในทวีปยุโรป เอเชีย อเมริกาเหนือ และชายฝั่งตอนใต้ของเกาะกรีนแลนด์

๒. **ภูมิอากาศทุ่งน้ำแข็ง (Ice—Cap Climate)** เป็นภูมิอากาศของบริเวณที่มีน้ำแข็งปกคลุมอยู่ถาวร ซึ่งอุณหภูมิลดต่ำกว่าจุดเยือกแข็งตลอดเวลา แม้แต่ในฤดูร้อนก็มีอากาศหนาวเย็นมาก เนื่องด้วยเหตุนี้ จึงไม่มีพืชพรรณธรรม-ชาติใด ๆ สามารถเจริญเติบโตได้

เขตที่มีภูมิอากาศประเภทนี้ได้แก่ทวีปแอนตาร์ติกาในซีกโลกใต้ และตอนกลางของเกาะกรีนแลนด์ในซีกโลกเหนือ

ฉ. **ภูมิอากาศแถบภูเขาสูง (Highland Climates)** ใช้สัญญลักษณ์ **H** ของเคิปเปน เป็นลักษณะของภูมิอากาศที่จัดเป็นเฉพาะ ไม่เหมือนกับภูมิอากาศประเภทอื่น ๆ ที่กล่าวมาแล้ว กล่าวคือ ภูมิอากาศแถบภูเขาสูงนั้น จะมีทั้งภูมิอากาศร้อน อบอุ่น หรือหนาวสุดแต่ความสูงของพื้นที่ประการหนึ่ง และที่ตั้งละติจูดของภูเขานั้นอีกประการหนึ่ง ตัวอย่างเช่น ถ้าเป็นภูเขาสูงที่ตั้งอยู่ที่ศูนย์สูตร ที่เชิงเขาซึ่งอยู่ใกล้เคียงกับระดับน้ำทะเล จะมีภูมิอากาศแบบเมืองร้อน แต่ในระดับสูงขึ้นไปตามลาดเขาประมาณ ๑,๐๐๐—๒,๐๐๐ เมตรจากระดับน้ำทะเล ภูมิอากาศจะเปลี่ยนเป็นอากาศอบอุ่น และสูงขึ้นไปอีกประมาณ ๓,๐๐๐—๔,๕๐๐ เมตร จากระดับน้ำทะเล ภูมิอากาศจะเปลี่ยนเป็นอากาศหนาว

เย็น ถ้าหากสูงกว่า ๔,๕๐๐ เมตรขึ้นไป ก็จะมีหิมะและน้ำแข็งปกคลุมอยู่ตลอดทั้งปีเหมือนอย่างภูมิอากาศแถบขั้วโลก แต่ถ้าภูเขาสูงนั้นตั้งอยู่ห่างจากศูนย์สูตรออกไป ก็จะมีภูมิอากาศอบอุ่นหรือภูมิอากาศหนาวเย็นในระดับที่ไม่สูงมากเหมือนกับที่ศูนย์สูตร และยิ่งห่างจากศูนย์สูตรมากเท่าใด ก็จะยิ่งมีภูมิอากาศอบอุ่นหรือหนาวเย็นในระดับต่ำมากขึ้นเท่านั้น ตัวอย่างเช่น ภูเขาสูงที่ละติจูด ๕๐° ในระดับสูงประมาณ ๒,๘๐๐ เมตร จากระดับน้ำทะเล ก็จะมีหิมะปกคลุมอยู่ตลอดทั้งปี

ภูมิอากาศแถบภูเขาสูงนั้น นอกจากจะเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิตามระดับสูงและที่ตั้งละติจูดแล้ว ยังมีความแตกต่างกันระหว่างลาดเขาแต่ละด้านด้วย กล่าวคือ ลาดเขาบางด้านจะได้รับแสงแดด หรือได้รับฝนมากกว่าอีกด้านหนึ่ง ในซีกโลกเหนือปรากฏว่าลาดเขาด้านใต้ คือด้านศูนย์สูตร จะได้รับแสงแดดมากกว่าลาดเขาด้านเหนือ ส่วนในซีกโลกใต้ ลาดเขาด้านเหนือจะได้รับแสงแดดมากกว่าลาดเขาด้านใต้ ลาดเขาด้านศูนย์สูตรที่ได้รับแสงแดดมากกว่าอีกด้านหนึ่งนี้เรียกชื่อว่า **อาเดรต์ (Adret)** และมีผลในด้านเกษตรกรรมและการอยู่อาศัยของพลเมืองอยู่มาก โดยเฉพาะในเขตอากาศอบอุ่นและเขตอากาศหนาวจะเห็นความแตกต่างระหว่างลาดเขาทั้งสองด้านอย่างชัดเจน ลาดเขาด้านศูนย์-สูตรจะมีการเพาะปลูกหนาแน่นกว่า และมีพลเมืองอยู่อาศัยกันมากกว่าอีกด้านหนึ่ง ซึ่งเป็นด้านที่เรียกว่า **อูแบค (Ubac)**

ในขณะเดียวกันลาดเขาด้านที่หันเข้ารับทางลม ก็จะมีฝนตกมากกว่าด้านที่หันหลังให้ทางลม ทำให้เกิดมีเขตเงาฝนขึ้นทางด้านที่หันหลังให้ทางลม ซึ่งมีฝนตกน้อยมาก ฉะนั้น จะเห็นได้ว่าลาดเขาด้านที่รับทางลมนั้นปกติจะมีต้นไม้ขึ้นหนาแน่น แต่อีกด้านหนึ่งจะกลายเป็นทุ่งหญ้าหรือทุ่งหญ้าสลับป่าไม้

ความสัมพันธ์ระหว่างภูมิอากาศกับพืชพรรณธรรมชาติ

พืชพรรณธรรมชาติ **(Natural vegetation)** ที่มีอยู่ในเขตต่าง ๆ ของโลกนั้นมีแตกต่างกันไปตามลักษณะภูมิอากาศ เพราะพืชจะเจริญเติบโตได้ ก็ต้องอาศัยความร้อนจากแสงอาทิตย์ และความชื้นจากดินและจากอากาศ เมื่อเขตต่าง ๆ ของโลกมีอุณหภูมิ และมีปริมาณฝนตกมากน้อยแตกต่างกันไป จึงทำ

ให้พืชที่เจริญเติบโตอยู่ในเขตนั้น ๆ มีลักษณะแตกต่างกันไปด้วย

ในเขตที่มีอากาศชื้น มีฝนหรือหิมะตกมากกว่าที่ระเหยสูญเสียไป พื้นดินจะเก็บความชื้นได้มากพอที่จะทำให้ต้นไม้ขนาดใหญ่เจริญเติบโตได้ ในเขตนั้น ๆ จึงมีพืชพรรณธรรมชาติเป็นป่าไม้ แต่ถ้ามีฝนตกน้อยลง พื้นที่แห้งแล้งมากขึ้น ก็จะมีพืชพรรณธรรมชาติเป็นทุ่งหญ้าแทนที่ป่าไม้ และยิ่งแห้งแล้งมากขึ้นเท่าใด ทุ่งหญ้าก็จะมีเบาบางลงตามลำดับ จนกระทั่งในที่สุดก็กลายเป็นทะเลทราย ไม่มีพืชพรรณใด ๆ สามารถขึ้นอยู่ได้ อุณหภูมิก็มีความสำคัญอยู่มาก เพราะถ้าเป็นเขตภูมิอากาศหนาวเย็นจัด อุณหภูมิต่ำมากเป็นเวลานาน ๆ พืชมีเวลาเจริญเติบโตได้น้อย ก็ย่อมจะมีลักษณะแตกต่างจากเขตภูมิอากาศอบอุ่นหรือเขตภูมิอากาศร้อน ที่มีระยะเวลาเจริญเติบโตของพืชนานกว่า ด้วยเหตุนี้แม้แต่ป่าไม้หรือทุ่งหญ้า ก็จะมีลักษณะแตกต่างกันออกไป สุดแล้วแต่ว่าจะเป็นป่าไม้หรือทุ่งหญ้าในเขตอากาศหนาว หรือเป็นป่าไม้หรือทุ่งหญ้าในเขตอากาศร้อน

พืชพรรณธรรมชาติที่มีอยู่ในเขตต่าง ๆ ของโลกจึงอาจแบ่งออกได้เป็นชนิดต่าง ๆ ดังนี้ คือ

๑. **ป่าไม้** แบ่งออกเป็น ๒ ประเภทใหญ่ ๆ คือ ป่าไม้ในเขตละติจูดต่ำหรือป่าไม้เมืองร้อน กับป่าไม้ในเขตละติจูดกลาง หรือป่าไม้เขตอบอุ่นและเขตหนาวเย็น

ก. **ป่าไม้เขตละติจูดต่ำ (Low-latitude forests)** เป็นป่าไม้ที่เจริญเติบโตในเขตอากาศเมืองร้อน อุณหภูมิของอากาศสูงตลอดทั้งปี จึงไม่เป็นอุปสรรคแก่การเจริญเติบโตของพืช แต่ปริมาณฝนตกและระยะเวลาที่มีฝนตกที่แตกต่างกันไปตามที่ต่าง ๆ ทำให้ป่าไม้ในเขตละติจูดต่ำมีลักษณะแตกต่างกันไป แบ่งออกได้เป็นหลายชนิด คือ

(๑) **ป่าฝนเมืองร้อน หรือป่าดิบ (Tropical rainforest)** เป็นป่าเมืองร้อนชนิดไม่ผลัดใบ (Tropical evergreen forest) คือมีใบเขียวชอุ่มตลอดทั้งปี และต้นไม้มีขนาดสูงใหญ่ ขึ้นทึบแน่น เป็นป่าชนิดที่มีอยู่ในเขตภูมิอากาศร้อนชื้น มีฝนตกชุกตลอดทั้งปี ไม่มีฤดูแล้งสลับ

ป่าไม้ละติจูดต่ำ

1 ป่าฝนเมืองร้อน

2 ป่าโปร่งเมืองร้อน

3 ป่าละเมาะและป่าหนาม

ป่าไม้ละติจูดกลาง

4 ป่าละเมาะเมดิเตอร์เรเนียน

5 ป่าไม้ใบกว้างผลัดใบและป่าไม้ผสม

6 ป่าไม้สน

ทุ่งหญ้า

7 ทุ่งหญ้าซะแวนนา

8 ทุ่งหญ้าแพรรี่

9 ทุ่งหญ้าสเต็ปป์

10 ทุ่งหญ้าทะเลทราย

11 ทุ่งหญ้าทุนดรา

12 ทุ่งน้ำแข็ง

H ภูเขาสูง

เขตพืชพรรณธรรมชาติของโลก

(๒) **ป่าโปร่งเมืองร้อน (Lighter tropical forest)** เป็นป่าเมืองร้อนที่ต้นไม้ขึ้นไม่หนาทึบมากนัก มักเป็นป่าไม้เมืองร้อนชนิดผลัดใบ (Tropical deciduous forest) กล่าวคือในฤดูแล้ง ต้นไม้จะสลัดใบทิ้งและแตกใบอ่อนในต้นฤดูฝน นอกจากนี้ป่าไม้ยังมักจะมีทุ่งหญ้าสลับอยู่ด้วย ในเขตมรสุมของทวีปเอเชีย มีต้นไม้ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจหลายชนิดที่พบอยู่ในเขตป่าชนิดนี้ ได้แก่ต้นสัก ต้นไผ่ เป็นต้น ป่าโปร่งเมืองร้อนเป็นชนิดของป่าที่มีพบอยู่ในเขตภูมิอากาศเมืองร้อนที่มีฝนตกไม่ชุกมากนัก และมีฤดูแล้งสลับอยู่สั้น ๆ

(๓) **ป่าละเมาะและป่าหนาม (Scrub and thorn forest)** เป็นป่าไม้เมืองร้อนที่ต้นไม้ขึ้นเบาบาง และโปร่งมาก ต้นไม้ที่ขึ้นก็มักเป็นต้นไม้ที่มีลำต้นเล็ก และไม่สูงใหญ่นัก หรือเป็นไม้มีหนามไม่ค่อยมีใบ จะพบป่าไม้ชนิดนี้ในเขตที่มีอากาศค่อนข้างแห้งแล้ง มีฝนตกไม่มากนัก หรือมีฤดูแล้งนานมาก

ข. **ป่าไม้เขตละติจูดกลาง (Middle-latitude forests)** เป็นป่าไม้ที่เจริญเติบโตในเขตอากาศอบอุ่นหรือหนาวเย็น ซึ่งอุณหภูมิของอากาศลดต่ำลงในชั่วระยะเวลาหนึ่งของปี จนทำให้ต้นไม้ต้องหยุดพักการเจริญเติบโตชั่วคราว แบ่งออกเป็นชนิดต่าง ๆ คือ

(๑) **ป่าละเมาะเมดิเตอร์เรเนียน (Mediterranean scrub forest)** เป็นป่าไม้ที่มีต้นไม้ขนาดเล็ก ลำต้นไม่สูงใหญ่ และขึ้นเบาบาง มักมีทุ่งหญ้าสลับ ต้นไม้มีใบเล็กและไม่ผลัดใบ ทั้งนี้เนื่องจากเขตภูมิอากาศแบบเมดิเตอร์เรเนียนมีฝนตกไม่มากนัก และมีฤดูแล้งนาน (ในฤดูร้อน) ทำให้ต้นไม้ต้องปรับตัวให้สามารถทนกับความแห้งแล้งได้ โดยการมีใบเล็ก มีเปลือกลำต้นหนา และมีรากลึก

(๒) **ป่าไม้ใบกว้างผลัดใบ (Broadleaf deciduous forest)** เป็นป่าไม้ที่ต้นไม้มีใบใหญ่ และผลัดใบในฤดูหนาว คือจะสลัดใบทิ้งในฤดูใบไม้ร่วงและแตกใบอ่อนในฤดูใบไม้ผลิ ส่วนมากมีอยู่ในเขตภูมิอากาศอบอุ่นชื้น และภูมิอากาศภาคพื้นสมุทรชายฝั่งตะวันตก ซึ่งในเขตภูมิอากาศดังกล่าวนั้นจะมีฤดูหนาวที่ไม่หนาวจัดมากนักทีเดียว และมีอากาศอบอุ่นในฤดูร้อน ต้นไม้ที่มีค่าทางเศรษฐกิจที่พบอยู่ในป่าชนิดนี้ ก็ได้แก่ ต้นโอ๊ค (oak) ต้นเอล์ม (elm)

และต้นบีช (beech) เป็นต้น

(๓) **ป่าไม้ใบแหลมหรือป่าสน (Coniferous forest)** เป็นป่าไม้ที่มีอยู่ในเขตหนาวเย็นที่มีฤดูหนาวยาว เช่นในเขตภูมิอากาศชื้นภาคพื้นทวีปและเขตภูมิอากาศแบบไทก้า หรือตามบริเวณภูเขาสูง ต้นไม้ที่ขึ้นอยู่ในป่าชนิดนี้ เป็นต้นสนชนิดต่าง ๆ ได้แก่ ต้นไพน์ (pine) ต้นเฟอร์ (fir) ต้นสปรูซ (spruce) เป็นต้น ซึ่งต้นไม้เหล่านี้มีใบแหลมเล็ก ไม่ผลัดใบ และส่วนมากเป็นไม้เนื้ออ่อน

๒. **ทุ่งหญ้า** แบ่งออกเป็น ๕ ชนิด ตามลักษณะของภูมิอากาศคือ ทุ่งหญ้าซะแวนนาหรือทุ่งหญ้าเมืองร้อน ทุ่งหญ้าแพรรีหรือทุ่งหญ้าอบอุ่น ทุ่งหญ้าสะเต็ปป์หรือทุ่งหญ้ากึ่งทะเลทราย ทุ่งหญ้าทะเลทราย และทุ่งหญ้าทุนดรา

(๑) **ทุ่งหญ้าซะแวนนา (Savanna)** หรือ **ทุ่งหญ้าเมืองร้อน** เป็นทุ่งหญ้าที่มีอยู่ในเขตอากาศร้อนที่มีฝนตกน้อย และมีฤดูแล้งนานมาก มักเป็นหญ้าที่มีลำต้นสูง เติบโตเร็ว และมีต้นไม้พุ่มเตี้ย ๆ ขึ้นอยู่เป็นหย่อม ๆ ในทุ่งหญ้า อย่างเช่นต้นอะเคเซีย (acacia) ทุ่งหญ้าซะแวนนาใช้เลี้ยงสัตว์ได้ แต่ไม่สู้อุดมสมบูรณ์นัก ส่วนมากมักจะเลี้ยงย้ายที่เร่ร่อนหรือเลี้ยงกันในเนื้อที่กว้างขวาง

(๒) **ทุ่งหญ้าแพรรี (Praerie) หรือทุ่งหญ้าอบอุ่น** เป็นทุ่งหญ้าในเขตอากาศอบอุ่นที่มีฝนตกปานกลาง ได้แก่บริเวณภายในของทวีปในเขตภูมิอากาศอบอุ่นชื้นและเขตภูมิอากาศชื้นภาคพื้นทวีป เป็นทุ่งหญ้าที่อุดมสมบูรณ์มาก มีต้นหญ้าไม่สูงนัก และใช้เลี้ยงสัตว์ได้ดี

(๓) **ทุ่งหญ้าสเต็ปป์ (Steppe) หรือทุ่งหญ้ากึ่งทะเลทราย** เป็นทุ่งหญ้าที่อยู่ติดต่อกับทะเลทราย มีอากาศแห้งแล้ง จนทำให้มีหญ้าขึ้นเบาบางมาก ทุ่งหญ้าสเต็ปป์ตามปกติจึงไม่ค่อยอุดมสมบูรณ์นัก และมักใช้เลี้ยงสัตว์ชนิดที่เร่ร่อนย้ายที่ไปเรื่อย ๆ

(๔) **ทุ่งหญ้าทะเลทราย (Desert scrub)** เป็นทุ่งหญ้าที่ขึ้นอย่างเบาบางมากเป็นหย่อม ๆ และมีต้นไม้เล็ก ๆ ที่ทนความแห้งแล้งได้มากขึ้นอยู่เป็นแห่ง ๆ อย่างเช่นต้นกระบองเพชร (Cactus) ซึ่งต้นไม้เหล่านั้นมักจะสามารถเก็บน้ำไว้ในลำต้นได้ ทำให้ทนความแห้งแล้งได้นาน ๆ

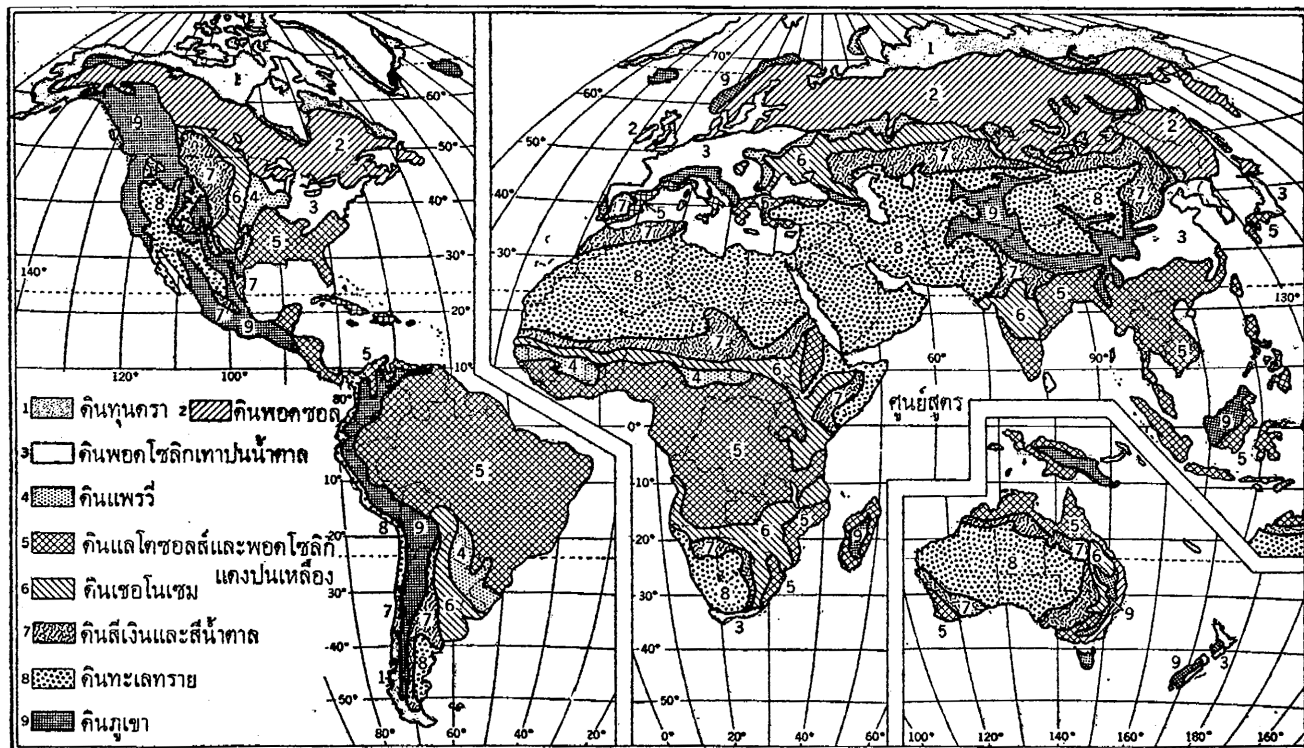
(๕) **ทุ่งหญ้าทุนดรา (Tundra)** เป็นทุ่งหญ้าในเขตอากาศหนาวจัดแถบขั้วโลก ซึ่งถึงแม้ว่าจะมีอากาศชื้น แต่อุณหภูมิของอากาศที่ลดต่ำมากตลอดทั้งปี ทำให้ต้นไม้ขนาดใหญ่ไม่สามารถเจริญเติบโตได้ จึงมีพืชพรรณธรรมชาติเป็นหญ้าที่ทนความหนาวได้อย่างเช่นหญ้ามอส หรือเป็นพวกต้นตะไคร่น้ำ (Lichen)

ความสัมพันธ์ระหว่างภูมิอากาศกับดิน

ดิน (Soil) เกิดจากการสลายตัวของหินเปลือกโลกรวมกับซากอินทรียวัตถุต่าง ๆ ที่เน่าเปื่อยจากการกระทำของตัวบักเตรี เชื้อรา และมีน้ำและอากาศแทรกผสมอยู่ด้วย ทำให้เกิดประโยชน์ในการให้ความเจริญเติบโตแก่พืชต่าง ๆ ดินแดนในเขตต่าง ๆ ของโลกนั้นมีคุณสมบัติแตกต่างกันไป บางแห่งก็มีความอุดมสมบูรณ์มาก บางแห่งก็มีความอุดมสมบูรณ์น้อย เพาะปลูกไม่ค่อยงอกงาม คุณสมบัติของดินที่มีแตกต่างกันไปนั้นเป็นผลมาจากสาเหตุต่าง ๆ หลายประการ ได้แก่ภูมิอากาศ ภูมิประเทศ พืชที่ขึ้นปกคลุมดิน และอายุของดิน เป็นต้น แต่ในบรรดาสิ่งต่าง ๆ ที่ทำให้ดินมีคุณสมบัติแตกต่างกันนั้น ภูมิอากาศนับว่ามีความสำคัญอยู่มากที่สุด และการจำแนกประเภทของดินในเขตต่าง ๆ ของโลกออกเป็นกลุ่มใหญ่ ๆ ที่เรียกว่า Great Soil Groups นั้น ก็มีความสัมพันธ์อยู่กับภูมิอากาศอย่างใกล้ชิด ซึ่งในที่นี้จะได้นำเอาการจำแนกประเภทของดินเป็น Great Soil Groups มาอธิบายโดยสังเขป คือ

ก. ดินในเขตอากาศชื้น

๑. ดินแลโตซอลส์ (Latosols) หรือ ดินแลเตอริติก (Lateritic Soils) เป็นดินในเขตอากาศร้อนชื้น ภูมิอากาศป่าฝนเมืองร้อน หรือทุ่งหญ้าเมืองร้อน อย่างเช่นในประเทศไทย ซึ่งมีฝนตกชุกมากหรือปานกลาง ทำให้ธาตุที่มีอยู่ในดิน ถูกน้ำซึมชะลงไปในระดับลึก โดยเฉพาะธาตุที่เป็นประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตของพืช ที่เรียกว่า bases in soils ซึ่งมีโปตัสเซียม แคลเซียม มักนีเซียม และฟอสฟอรัส ดินจึงไม่ค่อยสมบูรณ์นัก ดินแลโตซอลส์โดยทั่วไปมีสีแดงเรื่อถึงแดงเข้ม เนื่องจากสีของสนิมเหล็กที่มีอยู่ในดิน ในบางแห่งมีเหล็กปนอยู่มาก จนเกิดเป็นชั้นหนาที่เรียกว่า ศิลาแลง (laterite) ซึ่งเวลาที่ขุดขึ้น



การจำแนกประเภทของดิน

มาใหม่ ๆ มีลักษณะอ่อนเหมือนดินเหนียว ตัดได้ง่าย แต่เมื่อปล่อยให้ตากแดดตากลมแห้งแล้วจะแข็งมาก นำมาใช้ในการก่อสร้างได้ มีอยู่ในบางท้องที่ในประเทศไทย และในดินแดนอื่น ๆ ที่อยู่ในเขตอากาศร้อนชื้น

๒. **ดินพอดโซลิกแดงปนเหลือง (Red-yellow podzolic soils)** เป็นดินที่มีอยู่ในเขตภูมิอากาศอบอุ่นชื้น และเขตภูมิอากาศแบบเมดิเตอร์เรเนียน ซึ่งมีฝนตกมากหรือปานกลาง แต่อุณหภูมิของอากาศไม่สูงมากนัก การซึมชะของธาตุต่าง ๆ ในดินลงไปในระดับลึกยังคงมีอยู่มาก คล้ายดินแลโตซอลส์ แต่การผุพังสลายตัวของอินทรียวัตถุมีอยู่น้อยกว่า เพราะตัวบักเตรีทำงานได้ช้ากว่าในเขตอากาศร้อน จึงมีปุ๋ย (**humus**) ในดินมากพอที่จะให้พืชเจริญเติบโตได้ เขตที่มีดินชนิดนี้จึงมีการเพาะปลูกหนาแน่นพอประมาณ

๓. **ดินพอดโซลิกเทาปนน้ำตาล (Gray-brown podzolic soils)** มีลักษณะคล้ายดินพอดโซลิกแดงปนเหลือง แต่มีสีคล้ำกว่า ค่อนข้างไปทางสีเทาหรือสีน้ำตาล มีการซึมชะของธาตุในดินน้อยลง จึงมีความอุดมสมบูรณ์มากขึ้น เหมาะสำหรับการเพาะปลูก เขตที่มีดินชนิดนี้ได้แก่เขตที่มีภูมิอากาศภาคพื้นสมุทรชายฝั่งตะวันตก หรือเขตภูมิอากาศชื้นภาคพื้นทวีปที่มีฤดูร้อนยาว

๔. **ดินพอดซอลส์ (Podzols)** เป็นดินสีเทาที่มีอยู่ในเขตภูมิอากาศแบบไทก้า และเขตภูมิอากาศชื้นภาคพื้นทวีปที่มีฤดูร้อนสั้น ในเขตภูมิอากาศเช่นนั้นเนื่องจากมีอุณหภูมิต่ำเกือบตลอดทั้งปี การระเหยตัวของน้ำในดินมีอยู่น้อย ทำให้มีการซึมชะของธาตุในดินมาก ดินชั้นบนจึงขาดความอุดมสมบูรณ์ ตามปกติเป็นป่าสน เพราะต้นสนเป็นไม้ที่ขึ้นได้ง่าย และต้องการธาตุในดินน้อยกว่าต้นไม้อย่างอื่น หากนำดินชนิดนี้มาเพาะปลูกมักไม่ค่อยได้ผล นอกจากว่าจะต้องใช้ปุ๋ยเคมีช่วยปรับปรุงดินเสียก่อน

๕. **ดินทุนดรา (Tundra soils)** เป็นดินที่มีอยู่ในเขตภูมิอากาศแบบทุนดรา ซึ่งมีอุณหภูมิต่ำตลอดทั้งปี ปรากฏว่าดินทุนดรามักเป็นดินชั้นบาง ๆ เนื่องจากการสลายตัวของหินและของอินทรียวัตถุเป็นไปอย่างช้ามาก ชั้นบนสุดของดินทุนดรานั้น มักมีซากพืชซึ่งเกิดจากหญ้ามอสหรือตะไคร่น้ำปกคลุมอยู่หนา ๒ — ๓ นิ้ว แต่ลึกจากนั้นลงไปเป็นทรายหรือดินเหนียว ซึ่งไม่ค่อยมีธาตุที่เป็น

ประโยชน์ต่อพืชมากนัก ดินทุนดราจึงเป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์น้อยมาก

ข. ดินในเขตอากาศแห้งแล้งหรือกึ่งแห้งแล้ง

๑. **ดินแพรรี่ (Praerie soils)** ในเขตทุ่งหญ้าแพรรี่ซึ่งเป็นทุ่งหญ้าอบอุ่น ปรากฏว่ามีดินที่อุดมสมบูรณ์มาก ปริมาณฝนที่ตกปานกลาง และมีอุณหภูมิปานกลาง ทำให้การซึมชะของธาตุในดินลงไปในระดับลึกมีอยู่น้อย ดินชั้นบนจึงมีธาตุในดินอยู่มาก นอกจากนี้ยังมีซากของอินทรียวัตถุ ซึ่งเกิดจากต้นหญ้าที่ขึ้นทับถมกันเป็นเวลานานทำให้มีปุ๋ยของดินอยู่มากด้วย และจึงปรากฏว่าเขตที่มีดินชนิดนี้มีการเพาะปลูกหนาแน่นมาก อย่างเช่นในภาคกลางของสหรัฐอเมริกา หรือภาคตะวันออกเฉียงใต้ของทวีปยุโรป ที่มีการปลูกข้าวโพดเป็นพืชหลัก ดินแพรรี่เป็นดินสีดำโดยเฉพาะชั้นบนจะมีสีดำเข้ม

๒. **ดินเชอโนเซม (Chernozem soils)** คล้ายกับดินแพรรี่และอยู่ติดต่อกับเขตที่มีดินแพรรี่ แต่มีอากาศแห้งแล้งมากกว่าเขตดินแพรรี่เล็กน้อย เป็นดินที่อุดมสมบูรณ์มากเช่นกัน เขตที่มีดินเชอโนเซมจึงปรากฏว่ามีการเพาะปลูกหนาแน่น หากมีน้ำพอเพียง แหล่งกสิกรรมที่สำคัญ ๆ ของโลกในทวีปต่าง ๆ ตั้งอยู่ในเขตที่มีดินเชอโนเซม อย่างเช่นในที่ราบภาคกลางของสหรัฐอเมริกา ยุโรปตะวันออก และภาคใต้ของรุสเซีย เป็นต้น

๓. **ดินสีเงิน (Chestnut soils) และดินสีน้ำตาล (Brown soils)** เป็นดินที่มีอยู่ในเขตแห้งแล้งติดเขตทะเลทราย ซึ่งมีภูมิอากาศประเภททุ่งหญ้าสเต๊ปป์ หรือทุ่งหญ้ากึ่งทะเลทราย ดินมีธาตุต่าง ๆ ปนอยู่เป็นจำนวนมาก แต่มีอินทรีย-วัตถุน้อย มีความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง แต่ปัญหาสำคัญคือขาดน้ำที่จะนำมาใช้ในการเพาะปลูก จึงทำให้เขตที่มีดินชนิดนี้มีการกสิกรรมไม่มากนัก

๔. **ดินทะเลทราย (Desert soils)** เป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์น้อยมาก เนื่องจากขาดอินทรียวัตถุ และการระเหยตัวของน้ำในดินที่มีอยู่มากกว่าน้ำที่ซึมลงไปในดิน ทำให้ผิวหน้าของดินมีเกลือและด่างจับตัวกันเป็นชั้นหนา เป็นอันตรายต่อพืช ดินทะเลทรายมี ๒ ชนิดคือ ถ้าเป็นเขตทะเลทรายในละติจูดกลาง หรือทะเลทรายเมืองหนาว ก็เรียกว่า **ดินทะเลทรายสีเทา (Gray desert soils)** หรือ **ดินเซียโรเซมส์ (Sierozems)** แต่ถ้าเป็นเขตทะเลทรายในละติจูดต่ำ หรือ

ทะเลทรายเมืองร้อน ก็เรียกว่า **ดินทะเลทรายสีแดง (Red desert soils)** ตามลักษณะสีของดินที่แตกต่างกันไป

บทที่ ๘ มนุษย์ในส่วนต่าง ๆ ของโลก

มนุษย์กับสิ่งแวดล้อม

มนุษย์ที่อยู่อาศัยในที่ต่าง ๆ ของโลก มีความเป็นอยู่ การครองชีพ ขนบธรรมเนียมประเพณีที่แตกต่างกันออกไป ความแตกต่างที่เกิดขึ้นนี้เป็นผลมาจากสิ่งแวดล้อมที่ไม่เหมือนกัน ซึ่งอาจแบ่งสิ่งแวดล้อมออกได้เป็น ๒ อย่าง คือ สิ่งแวดล้อมธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อมวัฒนธรรม

๑. **สิ่งแวดล้อมธรรมชาติ (Natural environment)** ได้แก่สิ่งต่าง ๆ ที่มีอยู่เองตามธรรมชาติ แต่อาจจะได้รับการปรุงแต่งจากมนุษย์บ้างเล็กน้อย ที่สำคัญก็ได้แก่ ภูมิอากาศ ภูมิประเทศ และทรัพยากรธรรมชาติ

๒. **สิ่งแวดล้อมวัฒนธรรม (Cultural environment)** ได้แก่สิ่งที่มนุษย์กำหนดหรือสร้างขึ้นมา เพื่อความเป็นอยู่ของตน ที่สำคัญได้แก่ความเจริญทางด้านวิชาการ ศาสนาและขนบธรรมเนียมประเพณี และนโยบายทางการเมือง

ทั้งสิ่งแวดล้อมธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมวัฒนธรรมนี้ ต่างก็มีความสำคัญไม่ยิ่งหย่อนไปกว่ากัน ในการทำให้มนุษย์ที่อยู่อาศัยในที่แต่ละแห่งมีความเป็นอยู่อย่างที่เห็นอยู่ในปัจจุบัน หรือที่เป็นมาแล้วในอดีต ความเจริญของมนุษย์กลุ่มหนึ่งกลุ่มใด ไม่ได้ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมของธรรมชาติ เช่นภูมิอากาศหรือภูมิประเทศ หรือทรัพยากรธรรมชาติแต่อย่างเดียว แต่เป็นผลจากตัวมนุษย์เองในการใช้ความรู้ความสามารถของตน สร้างสรรค์ความเจริญนั้น ๆ ด้วย แนวความคิดทางภูมิศาสตร์ที่เคยเชื่อกันว่า มนุษย์จะต้องเป็นอย่างนั้นอย่างนี้ภายใต้อิทธิพลของสิ่งแวดล้อมธรรมชาติต่าง ๆ ในปัจจุบันได้หมดความสำคัญไปแล้ว ฉะนั้น ถ้าหากจะพูดว่า มนุษย์ที่อาศัยในเขตภูมิอากาศอบอุ่น จะมีความเจริญสูงกว่ามนุษย์ที่อาศัยอยู่ในเขตภูมิอากาศร้อนหรือเขตภูมิอากาศหนาว จึงเป็นการกล่าวง่ายเกินไปที่ไม่ถูกต้องตามความเป็นจริงทีเดียว เพราะมีสิ่งอื่น ๆ นอกจากภูมิอากาศเข้ามาเกี่ยวข้องอยู่ด้วย

สิ่งแวดล้อมธรรมชาติ

ก. **ภูมิอากาศ** ในบรรดาสิ่งแวดล้อมธรรมชาติทั้งหมด ภูมิอากาศนับว่าเข้ามาเกี่ยวข้องกับความเป็นอยู่ของมนุษย์เรามากกว่าอย่างอื่น การเกี่ยวข้องนี้มีทั้งโดยทางตรงและทางอ้อม ซึ่งอาจแยกความสัมพันธ์ระหว่างภูมิอากาศกับความเป็นอยู่ของคนเราออกได้เป็นข้อ ๆ ดังนี้

ภูมิอากาศกับเกษตรกรรม ภูมิอากาศมีความสัมพันธ์กับพืชพรรณธรรมชาติและความอุดมสมบูรณ์ของดิน ดังได้กล่าวมาแล้วในบทที่ ๗ นอกจากนี้ยังมีส่วนกำหนดความเจริญเติบโตของพืช ที่มนุษย์เพาะปลูกขึ้นด้วย เพราะพืชต่างๆ ย่อมต้องการระยะเวลาเติบโตที่อุณหภูมิสูงพอสมควร และต้องการน้ำสำหรับหล่อเลี้ยงลำต้น และละลายแร่ธาตุที่มีอยู่ในดินเพื่อนำไปเลี้ยงดูลำต้น ด้วยเหตุนี้จึงปรากฏว่าในเขตต่าง ๆ ของโลกนั้น มีการปลูกพืชต่างชนิดกัน หรือมีความหนาแน่นในการเพาะปลูกไม่เท่ากัน เพราะสภาพภูมิอากาศไม่เหมือนกัน ในเขตอากาศอบอุ่นหรือหนาว พืชที่ปลูกย่อมจะแตกต่างจากเขตอากาศร้อน และในเขตแห้งแล้งการเพาะปลูกถ้าหากจะกระทำได้ ก็จะต้องมีวิธีการที่แตกต่างไปจากเขตอากาศชื้นที่มีฝนตกพอเพียง จริงอยู่ แม้ว่ามนุษย์เราอาจจะปรับปรุงเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศได้บ้างเล็กน้อย แต่ก็มีขอบเขตจำกัดมาก ฉะนั้นส่วนใหญ่จึงยังคงต้องอาศัยลักษณะธรรมชาติที่มีอยู่

ภูมิอากาศกับการคมนาคมขนส่ง ภูมิอากาศมีส่วนเกี่ยวข้องกับความสะดวกในการคมนาคมขนส่งอยู่มาก อย่างเช่นการขนส่งทางน้ำในเขตอากาศหนาว อาจจะกระทำได้เพียงบางฤดู เพราะฤดูหนาวมีน้ำแข็ง เป็นต้น แม่น้ำเซนต์ลอเรนซ์ในทวีปอเมริกาเหนือ ซึ่งเป็นเส้นทางขนส่งทางน้ำที่สำคัญ ปรากฏว่าพอถึงฤดูหนาว น้ำแข็งเป็นอุปสรรคแก่การเดินเรือ เช่นเดียวกับทะเลบอลติกในทวีปยุโรป พายุหิมะหรือหมอกที่เกิดขึ้นบ่อย ๆ ในบางแห่ง ก็อาจก่อให้เกิดอุปสรรคในการคมนาคมติดต่อ ทำให้การคมนาคมขนส่งต้องล่าช้าหรือเสียค่าใช้จ่ายมากขึ้น

ภูมิอากาศกับความเป็นอยู่ของมนุษย์ ภูมิอากาศยังเข้ามามีความสัมพันธ์กับความเป็นอยู่ของมนุษย์โดยตรงอีกหลายประการ ได้แก่การสร้างบ้านเรือน

ที่อยู่อาศัย จะเห็นได้ว่าลักษณะการก่อสร้างบ้านเรือนย่อมแตกต่างกันไปตามเขตภูมิอากาศต่าง ๆ คนที่อาศัยในเขตอากาศหนาวย่อมต้องก่อสร้างบ้านเรือนมิดชิดเพื่อป้องกันลมหนาว มีเครื่องช่วยให้ความอบอุ่นภายในบ้านเรือน มีหลังคาลาดชันเพื่อให้หิมะเลื่อนตกลงไป ไม่เกาะติดอยู่ แต่บ้านเรือนในเขตอากาศร้อนชื้น มักจะก่อสร้างให้โปร่ง ลมพัดผ่านเข้าออกได้ง่าย หรือบ้านเรือนในทะเลทรายก็มักจะก่อสร้างให้มีกำแพงหนาและมิดชิดเพื่อป้องกันฝุ่นทรายและลมร้อน ดังนี้เป็นต้น การแต่งกายของคนเราก็มีลักษณะแตกต่างกันไปตามสภาพภูมิอากาศอยู่ด้วย ไม่มากก็น้อย คนที่อยู่ในเขตอากาศหนาว ย่อมต้องการเสื้อผ้าหนาหลาย ๆ ชิ้น ผิดกับคนที่อยู่อาศัยในเขตอากาศร้อนชื้น ย่อมไม่ต้องการสวมเสื้อผ้าขนสัตว์หนา ๆ นอกจากนี้ภูมิอากาศยังมีความสำคัญเกี่ยวกับสุขภาพพลานามัยของมนุษย์ เขตอากาศร้อนชื้นมักทำให้มนุษย์มีสุขภาพไม่สู้ดี เนื่องจากมีตัวแมลงต่าง ๆ และการเจริญเติบโตของเชื้อโรคเป็นไปอย่างรวดเร็ว ผิดกับในเขตอากาศอบอุ่นหรืออากาศหนาว คนที่อยู่อาศัยในเขตร้อนชื้นจึงมักเป็นโรคได้ง่าย โดยเฉพาะถ้าหากมีความเจริญทางด้านวิชาการอยู่ในชั้นต่ำ ไม่รู้จักการป้องกันรักษาโรค หรือการสาธารณสุขดีพอ

ข. **ภูมิประเทศ** ภูมิประเทศก็มีความสัมพันธ์กับความเป็นอยู่ของมนุษย์ในด้านต่าง ๆ เช่นเดียวกับภูมิอากาศ แต่ไม่สู้จะสำคัญมากนัก

ภูมิประเทศกับเกษตรกรรม ภูมิประเทศมีส่วนกำหนดความอุดมสมบูรณ์ของดินและระยะเวลาที่พืชจะเจริญเติบโตได้ อย่างเช่นถ้าหากเป็นภูเขาสูง ดินภูเขาย่อมมีความอุดมสมบูรณ์น้อยกว่าดินที่ราบลุ่มแม่น้ำ ทั้งอากาศบนภูเขายังมีอุณหภูมิต่ำ ทำให้ระยะเวลาเพาะปลูกลดน้อยลงด้วย ด้วยเหตุนี้โดยทั่ว ๆ ไปจึงปรากฏว่า ตามที่สูงมักจะมีมนุษย์อยู่อาศัยกันน้อยกว่าตามที่ราบลุ่มแม่น้ำหรือที่ราบชายฝั่งทะเล ยกเว้นในเขตศูนย์สูตรที่มีบางแห่งคนอยู่อาศัยกันตามที่สูงหนาแน่นกว่าตามที่ราบ อย่างเช่นในทวีปอเมริกาใต้และในแอฟริกาตะวันออก เนื่องจากบนที่สูงอากาศไม่ร้อนจัด แต่ก็ไม่หนาวจนกระทั่งเพาะปลูกไม่ได้

ที่ราบลุ่มแม่น้ำใหญ่ ๆ ปรากฏว่ามีการเพาะปลูกหนาแน่นมาก อย่างเช่นที่ราบใหญ่ของจีนและอินเดีย และที่ราบตอนปลายลุ่มแม่น้ำโขง เป็นต้น นอก

จากจะเป็นเพราะมีดินลุ่มแม่น้ำ (alluvial soils) ที่อุดมสมบูรณ์แล้วยังเป็นเพราะมีน้ำที่จะนำมาใช้ในการเพาะปลูก และการใช้ในชีวิตประจำวันอยู่มากเพียงพอด้วย

ภูมิประเทศกับการคมนาคมขนส่ง ความสะดวกในการคมนาคมขนส่งเป็นผลมาจากลักษณะภูมิประเทศอยู่มาก อย่างเช่นภูมิประเทศที่เป็นที่สูง มีหุบเขาลึก ๆ อยู่มาก ย่อมจะทำให้การสร้างเส้นทางถนนหรือทางรถไฟเป็นไปโดยยากกว่าที่ราบ ถ้าพิจารณาดูเส้นทางถนนและทางรถไฟ จะเห็นได้ว่าส่วนมากมักจะหลีกเลี่ยงบริเวณที่เป็นภูเขาสูงหรือหุบเขาลึก ๆ นอกจากในกรณีที่จำเป็นจริง ๆ แม่น้ำลำธารที่ไหลผ่านที่สูงชันมีน้ำไหลเชี่ยว มีเกาะแก่งหรือน้ำตกคั่นชวางลำน้ำ ก็ย่อมจะทำให้การคมนาคมทางน้ำไม่สะดวก ผิดกับแม่น้ำที่ไหลผ่านที่ราบ และจะเห็นตัวอย่างจากแม่น้ำสายใหญ่ ๆ ในทวีปแอฟริกาหลายสาย อย่างเช่นแม่น้ำไนล์ แม่น้ำคองโก ซึ่งมีแก่งน้ำคั่นขวางลำน้ำเป็นตอน ๆ ทำให้ใช้ประโยชน์ในการเดินเรือได้น้อยกว่าแม่น้ำในยุโรปตะวันตกทั้ง ๆ ที่เป็นแม่น้ำสายใหญ่กว่ามาก

ภูมิประเทศกับความเป็นอยู่ของมนุษย์ ภูมิประเทศมีส่วนเกี่ยวข้องกับความเป็นอยู่โดยตรงของมนุษย์เล็กน้อย อย่างเช่นในด้านสุขภาพพลานามัย คนที่เคยชินกับการอยู่อาศัยในที่ราบ หากเดินทางขึ้นไปบนที่สูงมาก ๆ ก็อาจจะเกิดการเปลี่ยนแปลงของร่างกายต่าง ๆ เช่น อึดอัดหายใจไม่ออก วิงเวียนศีรษะ ทั้งนี้เพราะร่างกายไม่เคยชินกับความกดอากาศที่มีน้อยลง ในทำนองเดียวกันผู้ที่เคยชินกับการอยู่อาศัยบนภูเขาสูงก็จะรู้สึกอึดอัด เมื่อเดินทางลงมายังที่ราบ ที่ราบลุ่มมีน้ำขัง (swamp) ส่วนมากมักไม่เหมาะสำหรับการอยู่อาศัย เพราะมีแมลงต่าง ๆ เช่นยุง ซึ่งเป็นพาหะนำเชื้อโรคมาสู่คน ซึ่งไม่เฉพาะแต่ในเขตอากาศร้อน แม้แต่ในเขตอากาศอบอุ่นก็เช่นเดียวกัน

ค. ทรัพยากรธรรมชาติ สิ่งสำคัญที่จัดว่าเป็นทรัพยากรธรรมชาติ ก็ได้แก่ แร่ ป่าไม้ ดิน น้ำ สัตว์ป่า (สัตว์บกและสัตว์น้ำ) ซึ่งมนุษย์นำมาใช้ประโยชน์ในการครองชีพ จะเห็นได้ว่าเขตที่มีทรัพยากรธรรมชาติอย่างหนึ่งอย่างใดเป็นจำนวนมาก ย่อมจะอำนวยความสะดวกในการครองชีพให้แก่ประชากรที่อยู่อาศัยในเขตนั้น ตรงกันข้ามกับเขตที่ขาดแคลนทรัพยากรธรรมชาติ ย่อมทำให้

โอกาสที่จะครองชีพด้วยความสะดวกสบายเป็นไปโดยยากยิ่งขึ้น

สิ่งแวดล้อมวัฒนธรรม

ก. **ความเจริญทางด้านวิชาการ** นับว่ามีบทบาทสำคัญในการทำให้ความเป็นอยู่ของมนุษย์แตกต่างกันไป ถึงแม้ว่าจะมีทรัพยากรธรรมชาติอุดมสมบูรณ์ มีภูมิอากาศหรือภูมิประเทศที่เหมาะสม แต่ถ้าหากมนุษย์ที่อยู่อาศัยในเขตนั้นมีความเจริญทางวิชาการอยู่ในขั้นต่ำมาก ไม่สามารถจะนำทรัพยากรธรรมชาติมาใช้ให้เกิดประโยชน์ได้ ก็จะมีความเป็นอยู่อัตคัดแร้นแค้น มีมาตรฐานการครองชีพต่ำ ตรงกันข้ามถ้าหากมีความเจริญทางด้านวิชาการสูง แม้ว่าจะมีสิ่งแวดล้อมธรรมชาติไม่เหมาะสมนัก มนุษย์ก็อาจจะปรับปรุงสิ่งแวดล้อมธรรมชาตินั้น ให้เกิดประโยชน์เป็นผลดีแก่ความเป็นอยู่ของตนเองได้ จากการศึกษาประวัติอารยธรรมของมนุษยชาติ จะเห็นได้ว่าได้มีการสร้างความเจริญทางด้านวิชาการเพิ่มขึ้นตลอดมา แต่ความเจริญนั้นไม่ได้เป็นไปโดยสม่ำเสมอกันทุก ๆ กลุ่มชน กลุ่มชนบางกลุ่มยังมีความเจริญทางด้านวิชาการน้อย และก็มีความเป็นอยู่แตกต่างจากกลุ่มชนอื่นที่มีความเจริญทางด้านวิชาการสูงกว่า และแม้ว่าสิ่งแวดล้อมธรรมชาติจะไม่ได้เปลี่ยนแปลงไป แต่ความเจริญทางด้านวิชาการได้ทำให้ความเป็นอยู่ของมนุษย์เปลี่ยนแปลงไปได้ ตัวอย่างเช่นทวีปออสเตรเลีย เมื่อก่อนที่ชาวผิวขาวจะเข้าไปตั้งถิ่นฐาน เป็นที่อยู่ของชาวพื้นเมืองดั้งเดิม ซึ่งมีความเจริญขั้นต่ำมาก จึงปล่อยให้เป็นไปตามสภาพธรรมชาติ แต่เมื่อชาวผิวขาวเข้าไปอยู่อาศัยก็ได้สร้างบ้านเมือง ทำการเพาะปลูกและเลี้ยงสัตว์ สร้างโรงงานอุตสาหกรรม ถนนหนทางขึ้นมา สภาพจึงเปลี่ยนแปลงไป กล่าวได้ว่า มนุษย์ยิ่งมีความเจริญทางด้านวิชาการสูงมากขึ้นเท่าใด ก็มีโอกาสที่จะหลุดพ้นจากการควบคุมของสิ่งแวดล้อมธรรมชาติได้มากขึ้นเท่านั้น

ข. **ศาสนาและขนบธรรมเนียมประเพณี** ศาสนาและขนบธรรมเนียมประเพณีเป็นสิ่งที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้นมา บางอย่างก็มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กับธรรมชาติแวดล้อม แต่บางอย่างก็ไม่เกี่ยวข้อง แต่เมื่อเกิดเป็นศาสนาหรือเป็นขนบธรรมเนียมประเพณีขึ้นมาแล้ว ก็มีผลต่อความเป็นอยู่ของมนุษย์ด้วยอย่างมาก ดังจะเห็นตัวอย่างได้มากมาย เช่นคติทางศาสนาฮินดูที่ห้ามบริโภคเนื้อ

วัว ทำให้ชาวฮินดูไม่เลี้ยงวัวเพื่อการบริโภค และอุตสาหกรรมการเลี้ยงวัวเนื้อจึงไม่มีทำกันในอินเดียเหมือนอย่างบางประเทศ เช่นเดียวกับประเทศที่พลเมืองส่วนใหญ่นับถือศาสนาอิสลาม ก็ย่อมจะไม่มีการเลี้ยงสุกรเป็นอาชีพ เพราะขัดต่อหลักศาสนา การเดินทางไปจาริกแสวงบุญที่ประเทศซาอุดีอาระเบีย ก็เป็นคติทางศาสนาอิสลาม มีผลให้แต่ละปีมีชาวอิสลามจากประเทศต่าง ๆ ทั่วโลกเดินทางไปที่ประเทศนั้นเป็นจำนวนมาก ในทวีปแอฟริกา ชนพื้นเมืองบางเผ่านิยมวัดฐานะของคนด้วยจำนวนวัวที่เลี้ยง ทำให้มีการเลี้ยงวัวกันเป็นจำนวนมากโดยคำนึงถึงปริมาณเป็นเกณฑ์ มากกว่าคุณภาพ ซึ่งก็ก่อให้เกิดผลเสียทางเศรษฐกิจ แม้แต่รสนิยมในการบริโภคอาหารของคนเรา ซึ่งส่วนใหญ่เกิดจากความเคยชิน ก็มีผลต่อความเป็นอยู่ของคนด้วย อย่างเช่นคนที่เคยบริโภคข้าวเจ้า ถ้าหากจะให้ไปบริโภคข้าวอย่างอื่นแทนก็ไม่นิยม แม้ว่าจะมีคุณค่าทางอาหารไม่ยิ่งหย่อนไปกว่ากัน ในประเทศอินเดีย เมื่อเกิดมีทุพภิกขภัยขึ้นประชาชนบางท้องถิ่นต้องอดอาหาร และรัฐบาลส่งข้าวสาลีไปช่วยบรรเทาความขาดแคลนก็กลับปรากฏว่า ประชาชนที่อดอาหารเหล่านั้น กลับไม่ยินดีรับความช่วยเหลือและเรียกร้องจะเอาแต่ข้าวเจ้า ดังนี้เป็นต้น

ค. **นโยบายทางการเมือง** การอยู่รวมกันของกลุ่มชน เป็นรัฐ เป็นประเทศ ทำให้มีการออกกฎหมายข้อบังคับต่าง ๆ และรัฐบาลของประเทศก็กำหนดนโยบายภายในประเทศ หรือระหว่างประเทศ เพื่อให้เกิดประโยชน์แก่ความเป็นอยู่ของพลเมืองในประเทศของตน นโยบายทางการเมืองที่มีอยู่ในแต่ละประเทศ จะมีส่วนกำหนดความเป็นอยู่ของมนุษย์ด้วยไม่มากก็น้อย เช่นอาจจะได้รับการส่งเสริมในการประกอบอาชีพอย่างหนึ่งอย่างใด หรืออาจจะถูกห้ามมิให้ดำเนินอาชีพอย่างหนึ่งอย่างใด เป็นต้น รัฐบาลอาจให้การส่งเสริมในการประกอบอาชีพของราษฎรโดยการให้เงินอุดหนุนช่วยเหลือ ตั้งกำแพงภาษีเก็บภาษีสินค้าจากต่างประเทศให้สูง เพื่อไม่ให้เข้ามาแข่งขันกับสินค้าที่ผลิตภายในประเทศ หรือกำหนดโควต้าของสินค้าที่จะส่งเข้าประเทศ ในขณะเดียวกันรัฐบาลก็อาจจะห้ามการผลิตสินค้าอย่างหนึ่งอย่างใด หรือห้ามมิให้ทำการค้ากับประเทศหนึ่งประเทศใด ดังนี้เป็นต้น นโยบายทางการเมือง จึงมีผลสำคัญต่อ

การครองชีพของมนุษย์ นอกเหนือไปจากสิ่งอื่น ๆ ที่กล่าวมาแล้วข้างต้น

เชื้อชาติมนุษย์ (Races of Mankind)

มนุษย์ในส่วนต่าง ๆ ของโลก นอกจากจะแตกต่างกันในด้านภาษา ขนบธรรมเนียมประเพณี และความเป็นอยู่แล้ว ยังแตกต่างกันในด้านรูปร่างลักษณะอีกด้วย เช่นมีผิวสีต่างกัน มีลักษณะของเส้นผมแตกต่างกัน มีขนาดสูงใหญ่ไม่เท่ากัน ตลอดจนมีลักษณะอย่างอื่น ๆ เช่นสีของนัยน์ตา รูปร่างกะโหลกศีรษะ แตกต่างกัน ความแตกต่างกันของมนุษย์ดังกล่าวนี้ ทำให้เกิดมีการแบ่งเป็นเชื้อชาติขึ้น ซึ่งนักมานุษยวิทยาก็ได้ศึกษาแบ่งมนุษย์ออกเป็นเชื้อชาติต่าง ๆ โดยอาศัยหลักเกณฑ์ต่าง ๆ เป็นข้อกำหนด แต่การแบ่งเชื้อชาติมนุษย์นั้นไม่อาจกำหนดได้ตายตัวแน่นอน เพราะแต่ละเชื้อชาติก็อาจจะมีลักษณะบางสิ่งบางอย่างที่ไปคล้ายคลึงกับเชื้อชาติอื่น และมนุษย์เชื้อชาติเดียวกันก็ยังมีลักษณะเล็ก ๆ น้อย ๆ ที่แตกต่างกัน ที่เป็นเช่นนี้ก็เนื่องจากว่ามนุษย์ได้มีการอพยพโยกย้ายไปมาตั้งแต่สมัยดึกดำบรรพ์มาแล้ว และมีการผสมกันระหว่างเผ่าพันธุ์ต่าง ๆ เป็นเวลานาน จนทำให้ไม่มีเชื้อชาติที่จัดได้ว่าบริสุทธิ์เหลืออยู่ การจำแนกเชื้อชาติจึงทำได้โดยเพียงอาศัยการกำหนดอย่างกว้าง ๆ เท่านั้น ไม่คำนึงถึงข้อปลีกย่อยต่าง ๆ

สิ่งที่นักมานุษยวิทยา นำมาใช้เป็นข้อกำหนดในการแบ่งเชื้อสายมนุษย์มีที่สำคัญอยู่ ๓ อย่าง คือ สีของผิว รูปร่างกะโหลกศีรษะ และลักษณะของเส้นผม ซึ่งทั้ง ๓ อย่างนี้สืบต่อกันได้ทางกรรมพันธุ์ ส่วนการแบ่งเชื้อชาติโดยพิจารณาความแตกต่างของภาษา และการปกครองนั้น เป็นการแบ่งทางด้านวัฒนธรรม ซึ่งเป็นสิ่งที่กำหนดขึ้นทีหลัง และไม่สืบต่อกันทางกรรมพันธุ์

๑. **สีของผิว** ผิวของคนเรามีสีแตกต่างกัน ตั้งแต่สีขาว สีน้ำตาลอ่อน สีน้ำตาลเข้ม จนถึงสีดำ ความแตกต่างในเรื่องสีของผิวนี้ คงจะเป็นผลมาจากสภาพแวดล้อมธรรมชาติ เช่น จากรังสีของดวงอาทิตย์และความชื้นในอากาศ ทำให้คนที่อยู่อาศัยในเขตร้อนได้รับแสงแดดมาก มีผิวสีดำคล้ำกว่าคนที่อยู่อาศัยในเขตอากาศอบอุ่นหรืออากาศหนาว แต่ความแตกต่างในเรื่องสีของผิวนี้ไม่ได้เกิดขึ้นในทันทีทันใด ต้องอาศัยวิวัฒนาการเปลี่ยนแปลงมาเป็นเวลานับ

พัน ๆ ปี หรือเป็นหมื่นปี และเมื่อเกิดมีความแตกต่างขึ้นแล้ว ก็มีผลสืบต่อไปอีกนาน แม้ว่าคนจะย้ายถิ่นฐานไปอยู่ในสภาพแวดล้อมธรรมชาติใหม่ ตัวอย่างเช่น คนแอฟริกันนิโกรที่ถูกจับไปขายเป็นทาสในทวีปอเมริกาเหนือและอเมริกาใต้ แม้ว่าจะเปลี่ยนสภาพแวดล้อมธรรมชาติใหม่ แต่ก็ยังคงมีลูกหลานที่มีผิวดำ ผิดกับคนชาวยุโรปที่เข้าไปตั้งถิ่นฐานในดินแดนเหล่านั้น หรือชาวยุโรปที่เข้าไปตั้งถิ่นฐานอยู่ในทวีปออสเตรเลียก็ยังคงมีผิวขาว ผิดกับชาวพื้นเมืองดั้งเดิมซึ่งมีผิวดำ ดังนี้เป็นต้น เนื่องจากสีของผิวเป็นลักษณะของร่างกายที่สืบต่อทางกรรมพันธุ์ได้ และมีผลยั่งยืนไม่เปลี่ยนไปตามสภาพแวดล้อมธรรมชาติง่ายนัก จึงนำมาใช้เป็นข้อกำหนดในการแบ่งเชื้อชาติมนุษย์ด้วยอย่างหนึ่ง

๒. **รูปร่างกะโหลกศีรษะ** กะโหลกศีรษะของคนเราก็เป็นลักษณะอีกอย่างหนึ่งที่ผิดแผกกันไปและสืบต่อทางกรรมพันธุ์ได้ จากการศึกษาในด้านรูปร่างของกะโหลกศีรษะ ทำให้สามารถแบ่งออกได้เป็น ๓ ประเภทใหญ่ ๆ คือ ประเภทกะโหลกศีรษะยาว หรือกะโหลกศีรษะรูปไข่ (long-headed) ประเภทกะโหลกศีรษะสั้นหรือกะโหลกศีรษะกลม (short-headed or round-headed) และประเภทกะโหลกศีรษะยาวปานกลาง หรือค่อนข้างกลม การพิจารณาดูว่าจะเป็นประเภทใด ก็อาศัยการวัดส่วนกว้างกับส่วนยาวของกะโหลกศีรษะ และคิดตัวเลขเป็นดัชนี คือกำหนดส่วนยาวเป็น ๑๐๐ ถ้าหากส่วนกว้างวัดได้น้อยกว่า ๗๕ ตัวเลขดัชนีก็แสดงให้เห็นว่าเป็นประเภทกะโหลกศีรษะยาว ถ้าส่วนกว้างวัดได้มากกว่า ๘๐ ก็แสดงว่าเป็นประเภทกะโหลกศีรษะสั้น และถ้าส่วนกว้างวัดได้ระหว่าง ๗๕ ถึง ๘๐ ก็เป็นประเภทกะโหลกศีรษะยาวปานกลาง

๓. **ลักษณะของเส้นผม** เส้นผมของคนเรานอกจากจะมีสีแตกต่างกันยังมีลักษณะของเส้นผมแตกต่างกันด้วย แต่ความแตกต่างในด้านสีของผมนั้นกำหนดได้ยาก และไม่สืบต่อทางกรรมพันธุ์ทีเดียว เพราะปรากฏว่าพ่อแม่ที่มีผมสีทอง อาจจะมีลูกที่มีผมสีน้ำตาลเข้มก็ได้ แต่ลักษณะของเส้นผมที่เป็นผมเหยียดตรง (straight hair) หรือผมหยิกเป็นลอน (wavy or curly hair) หรือผมหยิกหยอง (wooly hair) นั้น สืบต่อทางกรรมพันธุ์ได้ จึงถือเป็นข้อกำหนดได้อีกอย่างหนึ่ง

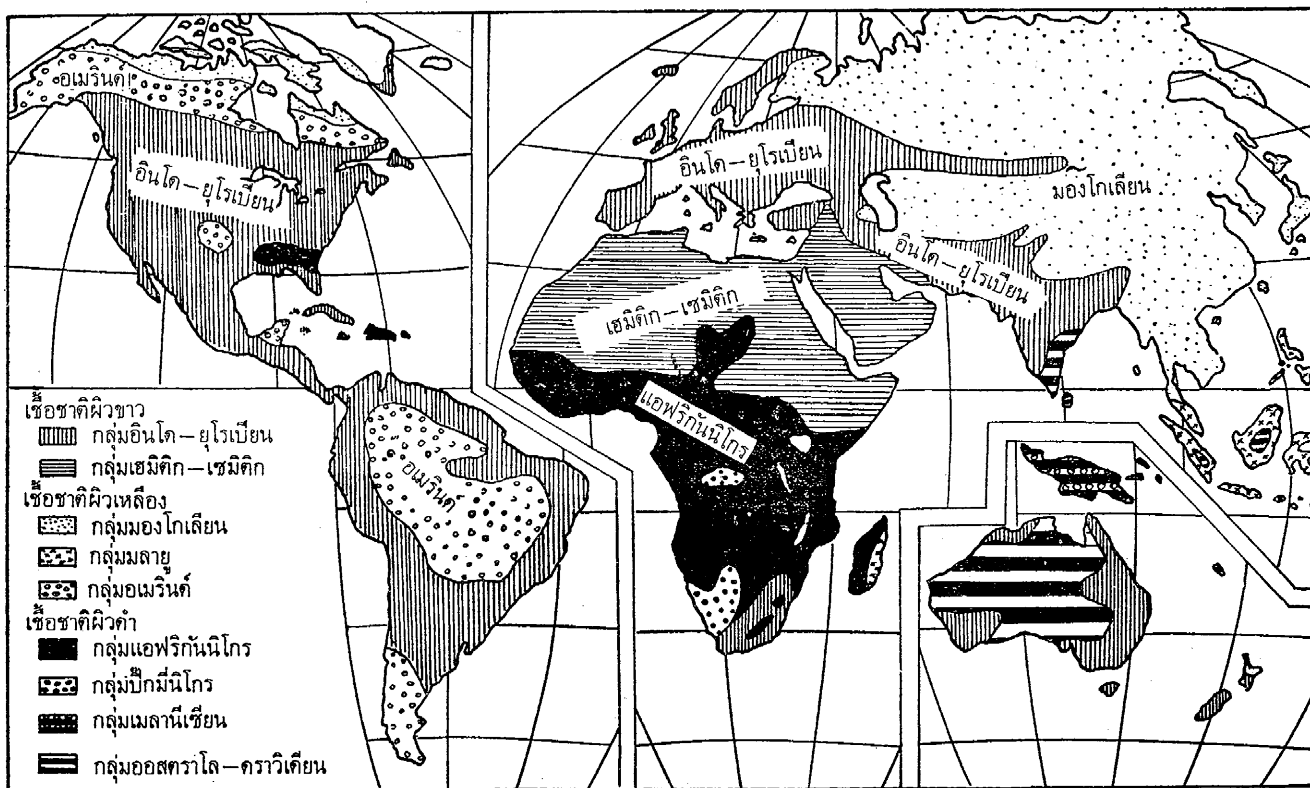
จากสิ่งต่าง ๆ ที่นำมาเป็นข้อพิจารณากำหนดข้างต้นนี้ เราอาจจำแนกเชื้อชาติมนุษย์ออกเป็นกลุ่มต่าง ๆ สุดแล้วแต่ว่าจะพิจารณาอะไรเป็นหลักอย่างเช่น อาจจะพิจารณาจากสีของผิวเป็นหลัก หรือพิจารณาจากรูปร่างของกะโหลกศีรษะเป็นหลัก หรือจากลักษณะของเส้นผมเป็นหลักก็ได้ ในที่นี้จะได้นำวิธีการจำแนกโดยอาศัยสีของผิวเป็นหลักมาอธิบาย ซึ่งแบ่งเชื้อชาติมนุษย์ออกได้ดังนี้

๑. **เชื้อชาติผิวขาว (Light skin colour)** มีผิวสีขาวหรือสีน้ำตาลอ่อน แบ่งออกเป็นกลุ่มต่าง ๆ คือ

ก. **กลุ่มอินโด–ยุโรเปียน** เป็นเชื้อชาติที่อาศัยอยู่ในภาคใต้และภาคตะวันตกของทวีปเอเชีย ในส่วนใหญ่ของทวีปยุโรป ตลอดจนในทวีปอเมริกาเหนือ ทวีปอเมริกาใต้ และทวีปออสเตรเลีย ซึ่งเป็นผลจากการอพยพไปตั้งถิ่นฐานของยุโรปในดินแดนเหล่านั้นในสมัยหลัง พวกที่อาศัยอยู่ในทวีปเอเชียก็ได้แก่พวกอารยันหรืออริยกะในอินเดียและในอิหร่าน **(Indo Arayan และ Iranian Arayan)** มีผิวสีน้ำตาลอ่อน มีผมหยิกเป็นลอน จมูกโด่งเป็นสัน และกะโหล่กศีรษะยาว ส่วนพวกที่อาศัยอยู่ในทวีปยุโรปมีแตกต่างกันเป็นหลายกลุ่ม ได้แก่พวกนอร์ดิก ซึ่งมีรูปร่างสูงใหญ่ ผิวขาว จมูกโด่ง กะโหลกศีรษะยาว อาศัยอยู่ในยุโรปภาคเหนือและยุโรปภาคตะวันตก พวกอัลไพน์มีรูปสูงปานกลาง มีผิวสีน้ำตาลอ่อน กะโหลกศีรษะค่อนข้างกลม อาศัยอยู่ในยุโรปภาคกลางและภาคตะวันออก และพวกเมดิเตอร์เรเนียน ซึ่งมีรูปร่างเล็ก ผมและนัยน์ตาสีดำ กะโหลกศีรษะยาว อาศัยอยู่ในยุโรปภาคใต้ สำหรับชนผิวขาวที่อาศัยอยู่ในทวีปอเมริกาเหนืออเมริกาใต้ และออสเตรเลียนั้น มีแตกต่างกันเป็นหลายพวก สุดแล้วแต่ว่าจะสืบเชื้อสายมาจากชาวยุโรป พวกนอร์ดิก หรืออัลไพน์ หรือเมดิเตอร์เรเนียน

ข. **กลุ่มเฮมิติก–เซมิติก** มีถิ่นฐานอยู่ในภาคตะวันตกเฉียงใต้ของทวีปเอเชีย และภาคเหนือของทวีปแอฟริกา มีผิวสีน้ำตาลอ่อน ผมหยิกเป็นลอน จมูกโด่งงุ้ม กะโหลกศีรษะยาวปานกลาง

ค. **กลุ่มโปลีนีเซียน** มีถิ่นฐานอยู่ในหมู่เกาะกลางมหาสมุทรแปซิฟิก มีผิวสีน้ำตาลอ่อน ผมหยิกเป็นลอน กะโหลกศีรษะยาวปานกลาง จมูกไม่โด่งนัก



เขตเชื้อชาติมนุษย์ แบ่งตามสีของผิว

๒. **เชื้อชาติผิวเหลือง (Yellow skin colour)** มีผิวสีเหลืองหรือสีน้ำตาล แบ่งออกเป็น ๓ กลุ่มใหญ่ ๆ คือ

ก. **กลุ่มมองโกเลียน** มีผิวสีเหลือง กระดูกแก้มโปน จมูกเล็กและค่อนข้างแบน มีผมสีดำเหยียดตรง รูปร่างเล็กหรือปานกลาง กะโหลกศีรษะกลม ส่วนใหญ่อาศัยอยู่ในทวีปเอเชีย ตั้งแต่ชายฝั่งมหาสมุทรอาร์กติกจนถึงเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ นอกจากนี้ยังมีอยู่ในภาคเหนือและภาคตะวันออกของทวีปยุโรปบ้างเล็กน้อย เช่น พวกแลปป์ พวกฟินน์ และพวกแมกยาร์

ข. **กลุ่มมลายู** มีผิวสีน้ำตาล ผมเหยียดตรง จมูกแบน ศีรษะกลม อาศัยอยู่ในคาบสมุทรมลายา และหมู่เกาะอินโดนีเซีย หมู่เกาะฟิลิปปิน

ค. **กลุ่มอเมรินด์ (Amerind)** หรือชาวพื้นเมืองดั้งเดิมในทวีปอเมริกาเหนือและอเมริกาใต้ มีพวกเอสกิโม ซึ่งมีผิวสีเหลืองคล้ายมองโกเลียน แต่มีรูปร่างกะโหลกศีรษะยาวแทนที่จะกลมเหมือนพวกมองโกเลียน และพวกอเมริกันอินเดียนอื่น ๆ ซึ่งส่วนใหญ่มีผิวสีน้ำตาล หรือน้ำตาลปนแดง จมูกโด่ง ผมเหยียดตรง กะโหลกศีรษะกลม

๓. **เชื้อชาติผิวดำ (Dark skin colour)** มีผิวสีดำคล้ำหรือสีน้ำตาลเข้ม-มาก แบ่งออกเป็น ๔ กลุ่มใหญ่ ๆ คือ

ก. **กลุ่มแอฟริกันนิโกร** มีถิ่นฐานอยู่ในแอฟริกาตะวันตก แอฟริกากลาง และแอฟริกาใต้ มีผิวสีดำหรือสีน้ำตาลเข้ม กะโหลกศีรษะยาวแคบ คางยื่น ริมฝีปากหนา จมูกแบนและใหญ่มาก ผมหยิกหยอง เป็นขมวดเล็ก ๆ ติดหนังศีรษะ มักมีรูปร่างสูงใหญ่ พวกนิโกรที่ปัจจุบันพบอยู่ในทวีปอเมริกาเหนือและทวีปอเมริกาใต้ ก็จัดอยู่ในกลุ่มนี้ เพราะสืบเชื้อสายมาจากพวกทาสที่ถูกนำไปจากแอฟริกาตะวันตก

ข. **กลุ่มปิ๊กมี่นิโกร** อาศัยอยู่ในแอฟริกากลาง และแอฟริกาตะวันตกเฉียงใต้ มีผิวสีน้ำตาล หรือสีเหลือง กะโหลกศีรษะค่อนข้างกลม จมูกแบน ผมหยิกหยอง รูปร่างเตี้ยเล็ก

ค. **กลุ่มเมลานีเซียน** อาศัยอยู่ในเกาะนิวกินีและหมู่เกาะใกล้เคียง มีผิวสีน้ำตาลเข้ม กะโหลกศีรษะค่อนข้างยาว ผมหยิกหยอง รูปร่างสูงปานกลาง

ใหญ่กว่าพวกปิ๊กมีนิโกร

ง. **กลุ่มออสตราโล–ดราวิเดียน** อาศัยอยู่ในภาคใต้ของคาบสมุทรอินเดีย และบางส่วนในหมู่เกาะอินโดนีเซีย และในภาคกลางและภาคเหนือของทวีปออสเตรเลีย มีผมสีน้ำตาลหรือสีดำหยิกเป็นขมวดติดหนังศีรษะ กะโหลกศีรษะกลมใหญ่ หน้าผากแคบและคางยื่น จมูกใหญ่แบน รูปร่างเตี้ยเล็ก

การกระจายของมนุษย์และการตั้งถิ่นฐาน

ในปัจจุบันจะเห็นได้ว่า มนุษย์เราได้พยายามสร้างที่อยู่อาศัยในที่ต่าง ๆ บนพื้นผิวโลกอย่างกว้างขวางที่สุดเท่าที่จะทำได้ ยกเว้นเพียงบางเขตที่ยังไม่มีมนุษย์เข้าไปอยู่อาศัย อย่างเช่นในทวีปแอนตาร์กติกา หรือในทะเลทรายบางแห่ง จากจำนวนประชากรของโลกที่เพิ่มขึ้นอยู่เรื่อย ๆ ทำให้เกิดความจำเป็นในการที่จะต้องปรับปรุงธรรมชาติให้เป็นประโยชน์ในการอยู่อาศัย และการดำรงชีวิตมากขึ้น ฉะนั้น พื้นที่บางแห่งซึ่งแต่เดิมมา ไม่มีคนอยู่อาศัยหรืออยู่กันเบาบางมาก ในปัจจุบันก็ได้กลายเป็นบ้านเมืองขึ้น และต่อไปข้างหน้าการตั้งถิ่นฐานก็คงจะขยายเข้าไปในพื้นที่ที่ปัจจุบันยังใช้ประโยชน์ได้น้อย

ในการอธิบายเกี่ยวกับการกระจายของมนุษย์และการตั้งถิ่นฐาน จะได้แบ่งออกเป็น ๓ หัวข้อ คือ

๑. จำนวนประชากร

๒. ความหนาแน่นและการกระจายของประชากร

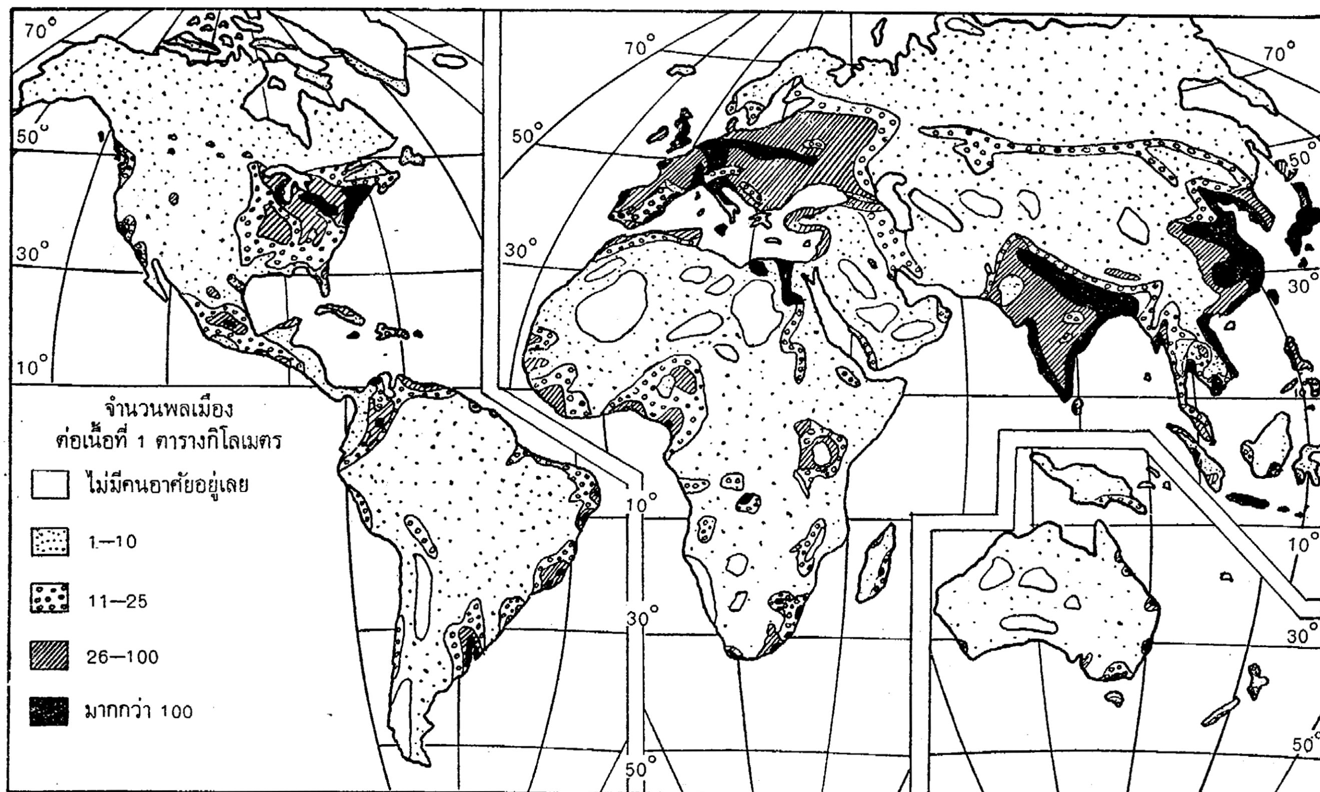
๓. การอพยพโยกย้ายของประชากร

จำนวนประชากร ในปัจจุบันมีประชากรอยู่ทั่วโลกประมาณ ๓ พันล้านคน ในจำนวนนี้มีอยู่ในทวีปต่าง ๆ ดังนี้คือ ในทวีปเอเชีย ๑,๖๐๐ ล้านคน ทวีปยุโรป ๖๐๐ ล้านคน ทวีปอเมริกาเหนือ ๒๕๐ ล้านคน ทวีปอเมริกาใต้ ๑๖๐ ล้านคน ทวีปแอฟริกา ๓๐๐ ล้านคน และทวีปออสเตรเลียและหมู่เกาะในมหาสมุทรแปซิฟิก ๑๕ ล้านคน

ความจริงจำนวนประชากรของโลก ได้เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วภายในระยะเวลาประมาณ ๓๐๐ ปีมานี้เอง เพราะเมื่อประมาณปี พ.ศ. ๒๒๐๐ นั้นคาดคะเนว่า มีประชากรอยู่ทั่วโลกประมาณ ๕๐๐ ล้านคน ทั้ง ๆ ที่ได้มีคนเราอยู่อาศัย

ในโลกมาแล้วเป็นเวลาไม่น้อยกว่าหนึ่งหมื่นปี แสดงว่าระยะก่อนหน้าปี พ.ศ. ๒๒๐๐ ขึ้นไป การเพิ่มประชากรของโลกคงจะเป็นไปอย่างช้ามาก เนื่องจากความเจริญก้าวหน้าทางวิชาการยังมีน้อยอยู่ มนุษย์ต้องประสบกับความยากลำบากในการดำรงชีวิต มีสิ่งต่าง ๆ ที่คอยควบคุมมิให้การเพิ่มจำนวนของมนุษย์เป็นไปโดยรวดเร็วนัก ได้แก่โรคระบาด ทุพภิกขภัย ภัยธรรมชาติ สงคราม เป็นต้น แต่ภายหลัง พ.ศ. ๒๒๐๐ เป็นต้นมา ปรากฏว่าการเพิ่มจำนวนประชากรของโลก ได้ทวีอัตราขึ้นอย่างรวดเร็วประมาณ พ.ศ. ๒๔๐๐ จำนวนได้เพิ่มขึ้นเป็น ๑,๐๐๐ ล้านคน คือเพิ่มขึ้นเท่าตัว ในระยะเวลา ๒๐๐ ปี และประมาณ พ.ศ. ๒๕๐๐ จำนวนก็ได้เพิ่มขึ้นเป็นเกือบ ๓,๐๐๐ ล้านคน หรือเพิ่มขึ้นเกือบ ๒ เท่าภายในระยะเวลา ๑๐๐ ปี การเพิ่มจำนวนอย่างรวดเร็วนี้ ทำให้เกิดความวิตกกันว่า อาจจะเกิดปัญหาในการผลิตอาหารเลี้ยงดู ตลอดจนหาที่อยู่อาศัยให้แก่ประชากรที่เพิ่มขึ้น เพราะถ้าประชากรมีจำนวนเพิ่มขึ้นอยู่ตลอดเวลาในไม่ช้าก็จะมากเกินกว่าที่จะผลิตอาหารเลี้ยงดูได้พอเพียง และเกิดปัญหาทางเศรษฐกิจขึ้น

แต่การเพิ่มจำนวนประชากรนี้ มิได้มีอัตราเพิ่มเท่ากันทุกประเทศหรือทุกทวีป บางประเทศก็มีอัตราการเพิ่มค่อนข้างต่ำ อย่างเช่นประเทศในยุโรปตะวันตก เช่น อังกฤษ ฝรั่งเศส เยอรมนี นอรเว สวีเดน มีอัตราเพิ่มเพียงร้อยละ ๑ ต่อปี หรือน้อยกว่านั้น บางประเทศก็มีอัตราการเพิ่มปานกลาง อย่างเช่นสหรัฐอเมริกา และญี่ปุ่น ซึ่งมีการเพิ่มประมาณร้อยละ ๑.๕ ต่อปี ในขณะที่บางประเทศ เช่น ประเทศในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (รวมทั้งประเทศไทย) และประเทศในลาตินอเมริกา มีอัตราการเพิ่มสูงถึงร้อยละ ๓ หรือมากกว่านั้น ปัญหาจึงอยู่ที่ว่าประเทศที่มีการเพิ่มประชากรอย่างรวดเร็ว ส่วนมากเป็นประเทศที่ยากจน มีความเจริญทางด้านเศรษฐกิจน้อย แต่ประเทศที่มีการเพิ่มประชากรช้า กลับเป็นประเทศที่มีความเจริญทางเศรษฐกิจสูง เมื่อเป็นเช่นนี้ การเพิ่มจำนวนประชากร จึงกลายเป็นภาระแก่ประเทศยากจนที่จะต้องเลี้ยงดูประชากรที่เพิ่มขึ้น และประเทศมีการขยายตัวทางด้านเศรษฐกิจ ในอัตราที่ต่ำกว่าการขยายตัวของจำนวนประชากร จึงได้มีการตื่นตัวในอันที่จะศึกษาหาวิธีการควบคุมจำนวนประชากรมิให้เพิ่มขึ้นโดยรวดเร็วนัก



แสดงความหนาแน่นของประชากรในเขตต่าง ๆ ของโลก

การกระจายและความหนาแน่นของประชากร ประชากรที่อยู่อาศัยในที่ต่าง ๆ ของโลก จะเห็นได้ว่ามีอยู่หนาแน่นเป็นแห่ง ๆ บางแห่งก็มีคนอยู่กันน้อยมาก แต่บางแห่งก็อยู่กันอย่างแออัด การที่พื้นที่หนึ่งพื้นที่ใดจะมีประชากรอยู่กันหนาแน่นมากน้อยเท่าใด ขึ้นอยู่กับความอุดมสมบูรณ์ของพื้นที่นั้นในการที่จะเลี้ยงดูประชากร ตลอดจนขึ้นอยู่กับปัจจัยทางด้านวัฒนธรรมต่าง ๆ ด้วย อย่างเช่นความเจริญทางด้านวิชาการที่จะทำให้ประชากรสามารถใช้ความรู้ทางด้านเทคนิค นำทรัพยากรธรรมชาติมาใช้ประโยชน์หรือการค้า การปกครอง ที่ทำให้บริเวณหนึ่งบริเวณใดกลายเป็นศูนย์กลาง และมีคนไปอยู่อาศัยกันหนาแน่น ตัวอย่างเช่น ถ้าเราพิจารณาดูลักษณะการกระจายของประชากรในประเทศไทยก็จะเห็นได้ว่า บริเวณที่ราบภาคกลางของประเทศเป็นเขตที่มีประชากรอยู่กันหนาแน่นมากกว่าภาคอื่น ๆ เพราะในเขตนี้มีความอุดมสมบูรณ์ทางการเกษตร แต่ในบริเวณที่เป็นที่ราบภาคกลางนี้ ก็มีบริเวณที่มีประชากรอยู่กันหนาแน่นมากเป็นพิเศษ ที่จังหวัดพระนคร และจังหวัดใกล้เคียง เนื่องจากเป็นศูนย์กลางการค้าและการปกครองของประเทศ

การคิดความหนาแน่นของประชากรนั้น โดยปกติคิดจากจำนวนเฉลี่ยของประชากรต่อเนื้อที่หนึ่งหน่วย เช่นต่อเนื้อที่หนึ่งตารางกิโลเมตร หรือหนึ่งตารางไมล์ ใน พ.ศ. ๒๕๐๙ ประชากรทั่วโลกมีอยู่ประมาณ ๓,๐๐๐ ล้านคน มีเนื้อที่พื้นผิวโลกส่วนที่เป็นทวีปต่าง ๆ ๑๕๐ ล้านตารางกิโลเมตร ฉะนั้นความหนาแน่นโดยเฉลี่ยของประชากรทั่วโลก จึงเท่ากับ $\frac{\text{๓,๐๐๐ ล้าน}}{\text{๑๕๐ ล้าน}}$ = ๒๐ คนต่อหนึ่งตารางกิโลเมตร หรือถ้าจะคิดความหนาแน่นของประชากรในประเทศไทย ก็จะได้เท่ากับ ๖๐ คนต่อหนึ่งตารางกิโลเมตร เพราะประเทศไทยมีประชากรอยู่ในขณะนี้ ประมาณ ๓๐ ล้านคน อยู่อาศัยในเนื้อที่ประมาณ ๕ แสนตารางกิโลเมตร

ลักษณะการกระจายของประชากร ที่จะมีประชากรอยู่หนาแน่นมากน้อยในที่ใดนั้น ถ้าพิจารณาอย่างกว้าง ๆ ก็จะเห็นว่า มีความสัมพันธ์กับสภาพทางธรรมชาติอยู่มาก กล่าวคือ ถ้ามีสภาพธรรมชาติที่เหมาะสม ก็จะช่วยอำนวย

ให้มีประชากรไปอยู่อาศัยกันหนาแน่น แต่ถ้าเป็นสภาพธรรมชาติที่ไม่เหมาะสม เช่นแห้งแล้งกันดาร ก็จะมีประชากรอยู่กันเบาบาง ในที่นี้จึงอาจแยกสภาพธรรมชาติที่เหมาะสมกับที่ไม่เหมาะสมต่อการตั้งถิ่นฐานให้พอเห็นได้อย่างกว้างๆ คือ

ก. **สภาพธรรมชาติที่เหมาะสมต่อการตั้งถิ่นฐาน** ได้แก่

๑. **บริเวณที่มีภูมิอากาศเหมาะสม** ได้แก่บริเวณซึ่งมีอุณหภูมิปานกลาง ไม่หนาวจัดหรือร้อนจัด และมีอากาศชื้นพอสมควร ไม่แห้งแล้งมากแต่ก็ไม่มีฝนชุกมากเกินไป ลักษณะเหล่านี้ทำให้เหมาะต่อการเพาะปลูก และง่ายต่อการรักษาสุขภาพอนามัย

๒. **บริเวณที่มีดินอุดมสมบูรณ์** ความอุดมสมบูรณ์ของดินขึ้นอยู่กับภูมิอากาศและภูมิประเทศเป็นส่วนใหญ่ อย่างเช่นตามที่ราบลุ่มแม่น้ำย่อมมีดินตะกอนธารน้ำ (**alluvial soil**) ที่เหมาะสำหรับการเพาะปลูก ผิดกับตามลาดเขาชันที่มักไม่ค่อยมีดิน หรือในเขตอากาศอบอุ่นชื้นที่มีฝนตกปานกลาง ก็ย่อมจะมีดินอุดมสมบูรณ์กว่าในเขตอากาศร้อนจัดหรือหนาวจัดที่มีฝนตกมาก บริเวณใดที่มีดินอุดมสมบูรณ์ ก็ย่อมจะทำให้มีประชากรเข้าไปอยู่อาศัยกันหนาแน่น ทำการเพาะปลูกเลี้ยงชีพอยู่ในเขตนั้น

๓. **บริเวณที่มีทรัพยากรธรรมชาติ** อาจจะเป็นแร่ธาตุต่าง ๆ ที่มีค่าทางเศรษฐกิจ เช่น แร่ถ่านหิน น้ำมัน เหล็ก ทองแดง ฯลฯ หรือเป็นป่าไม้ที่นำมาใช้ประโยชน์ เป็นเชื้อเพลิงและเป็นวัตถุดิบของอุตสาหกรรม หรือเป็นสัตว์บกและสัตว์น้ำที่นำมาใช้เป็นอาหาร เป็นต้น ในบริเวณที่มีทรัพยากรธรรมชาติอยู่มาก ก็ย่อมจะดึงดูดให้ประชากรเข้าไปตั้งหลักแหล่งทำมาหากินอยู่ในเขตนั้น

๔. **บริเวณที่มีความสะดวกในการติดต่อและคมนาคมขนส่ง** ในบริเวณที่มีทำเลเหมาะสมเป็นศูนย์กลางติดต่อกับเขตอื่น ๆ ได้สะดวก ก็อาจกลายเป็นที่ที่มีคนอยู่กันหนาแน่นได้ เช่นมีทางถนนหรือทางรถไฟผ่าน หรือมีแม่น้ำลำคลองไหลผ่าน มีดินแดนอยู่ติดชายฝั่งทะเล เหล่านี้เป็นต้น

ข. **สภาพธรรมชาติที่ไม่เหมาะต่อการตั้งถิ่นฐาน** ได้แก่บริเวณต่าง ๆ ที่มีลักษณะตรงกันข้ามกับสภาพธรรมชาติที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น ทำให้เกิดความ

กันดาร ขาดแคลน หรือเกิดความยากลำบากในการติดต่อและการเข้าถึง อาจสรุปได้ดังนี้

๑. **บริเวณที่มีภูมิอากาศไม่เหมาะสม** กล่าวคือมีฝนตกมากเกินไป จนเกิดความชื้นแฉะ มีน้ำท่วมขังเป็นประจำ หรือมีฝนตกน้อยเกินไปจนเกิดความแห้งแล้ง ขาดแคลนน้ำสำหรับใช้ในการเพาะปลูก หรือมีอุณหภูมิลดต่ำมาก ทำให้มีระยะเวลาที่พืชจะเจริญเติบโตได้น้อยเกินกว่าที่จะเพาะปลูกได้ผลดี ด้วยเหตุนี้จึงเห็นได้ว่าในเขตที่เป็นทะเลทราย หรือเขตอากาศหนาวแถบขั้วโลกนั้น มีประชากรอยู่กันเบาบางมาก เพราะอุปสรรคในด้านภูมิอากาศเป็นสำคัญ

๒. **บริเวณเทือกภูเขาและที่ราบสูง** ตามบริเวณเทือกภูเขาและที่ราบสูงที่มีความสูงมากนั้น ตามปกติจะมีประชากรอยู่กันเบาบาง เนื่องจากมีอากาศหนาว ไม่เหมาะกับการเพาะปลูก หรือเนื่องจากการคมนาคมติดต่อทำได้ลำบาก มียกเว้นเพียงไม่กี่แห่งที่มีประชากรอยู่อาศัยค่อนข้างหนาแน่นตามที่สูง ก็ได้แก่ที่ราบสูงในเขตเทือกภูเขาแอนดิสในทวีปอเมริกาใต้ ที่ราบสูงในแอฟริกาตะวันออก และบริเวณภูเขาในเกาะชวา ซึ่งทั้ง ๓ แห่งนั้นล้วนเป็นที่สูงในเขตศูนย์สูตร และการอยู่สูงจากระดับน้ำทะเลมาก ๆ ไม่ได้ทำให้อุณหภูมิลดต่ำลง จนถึงกับทำการเพาะปลูกไม่ได้ เหมือนกับเทือกภูเขาหรือที่ราบสูงที่ตั้งอยู่ในเขตอากาศอบอุ่นหรือเขตอากาศหนาว

เมื่อได้พิจารณาทั่ว ๆ ไป ถึงสภาพธรรมชาติที่เหมาะสม และไม่เหมาะสมต่อการตั้งถิ่นฐานดังกล่าวมาแล้วข้างต้น ต่อไปนี้ก็จะได้พิจารณาถึงบริเวณที่มีประชากรอยู่หนาแน่น และบริเวณที่มีประชากรอยู่เบาบางในแต่ละทวีป คือ

๑. **ทวีปเอเชีย** บริเวณที่มีประชากรอาศัยกันอยู่หนาแน่นมากในทวีปเอเชีย มีอยู่ ๔ เขต คือ

(ก) ลุ่มแม่น้ำสินธุ คงคา และพรหมบุตรในคาบสมุทรอินเดีย

(ข) บริเวณลุ่มแม่น้ำฮวงโห ลุ่มแม่น้ำแยงซีเกียง และชายฝั่งตะวันออกของจีน รวมทั้งเกาะไต้หวันและที่ราบปากแม่น้ำแดงในเวียดนามเหนือ

(ค) ภาคใต้ของเกาะฮอนชู เกาะกิวชู และเกาะชิโกกุในญี่ปุ่น

(ง) เกาะชวาในอินโดนีเซีย

ใน ๔ เขตนี้ ยกเว้นญี่ปุ่น ล้วนเป็นแหล่งเกษตรกรรม ซึ่งประชากรเกือบทั้งหมด ดำรงชีวิตด้วยการเพาะปลูกเป็นอาชีพสำคัญ

นอกจากนี้ยังมีเขตต่าง ๆ ที่มีประชากรอยู่หนาแน่นปานกลาง ได้แก่เกาหลี ภาคเหนือของหมู่เกาะญี่ปุ่น ที่ราบดินดอนสามเหลี่ยมปากแม่น้ำโขงในเวียดนามใต้ ที่ราบลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยา ที่ราบปากแม่น้ำอิระวดีในพม่า คาบสมุทรเดคคานในอินเดีย ลุ่มแม่น้ำไทกริส–ยูเฟรติสในอิรัก ชายฝั่งเมดิเตอร์เรเนียน และภาคกลางของสหภาพโซเวียตในเอเชีย

บริเวณที่มีประชากรอยู่กันเบาบางมาก ได้แก่เขตไซบีเรียของสหภาพโซเวียตซึ่งมีอากาศหนาว เขตทะเลทรายโกบีในมองโกเลียและแคว้นซินเกียงของจีน ซึ่งมีสภาพแห้งแล้ง เขตที่ราบสูงทิเบต และเทือกภูเขาหิมาลัย ซึ่งเป็นที่สูง และเขตทะเลทรายในคาบสมุทรอาหรับและในอิหร่าน ซึ่งเป็นที่แห้งแล้ง

๒. **ทวีปออสเตรเลีย** ทวีปออสเตรเลียมีบริเวณที่มีประชากรอยู่หนาแน่น ๒ เขตด้วยกัน คือทางฝั่งตะวันออกและตะวันออกเฉียงใต้ในรัฐควีนสแลนด์ นิวเซาท์เวลส์ และวิกตอเรียเขตหนึ่ง กับทางชายฝั่งตะวันตกเฉียงใต้ในรัฐออสเตรเลียตะวันตกอีกเขตหนึ่ง ทั้งสองเขตที่กล่าวมานี้มีทั้งการเกษตรกรรมและอุตสาหกรรมค่อนข้างหนาแน่น

ส่วนเขตทางภาคเหนือ ภาคกลาง และภาคใต้ของออสเตรเลีย ยังมีประชากรอยู่กันเบาบางมาก เนื่องจากเป็นเขตทะเลทรายแห้งแล้ง หรือมีอากาศร้อนชื้นมาก

๓. **ทวีปยุโรป** ทวีปยุโรปมีประชากรอยู่กันหนาแน่นเกือบจะทั่ว ๆ ไปทั้งทวีป ไม่อยู่หนาแน่นเป็นหย่อมๆเหมือนอย่างในทวีปอื่น บริเวณที่มีประชากรหนาแน่นที่สุด ได้แก่ในเขตช่วงละติจูดที่ ๔๕ ถึง ๕๕ องศา ตั้งแต่เกาะบริเตนใหญ่ จนถึงภาคใต้ของประเทศโปแลนด์ ซึ่งในเขตนี้ส่วนใหญ่เป็นแหล่งอุตสาหกรรม มีถ่านหินอยู่มาก และเกิดมีเมืองอุตสาหกรรมต่าง ๆนอกจากเขตที่กล่าวมานี้ยังมีบริเวณที่มีประชากรอยู่หนาแน่นมากอีก ๒ เขต คือชายฝั่งแอตแลนติกในคาบสมุทรไอบีเรียเขตหนึ่ง และที่ราบลุ่มแม่น้ำโปในอิตาลีอีกเขตหนึ่ง

เขตที่มีประชากรอยู่เบาบาง ได้แก่ภาคเหนือและภาคกลางของคาบสมุทรสแกนดิเนเวีย เขตเทือกภูเขาแอลปส์และเทือกภูเขาคาเปเธียนและเขตภาคเหนือของรุสเซียในยุโรป

๔. **ทวีปอเมริกาเหนือ** เขตที่มีประชากรอยู่หนาแน่นที่สุดในทวีปอเมริกาเหนือ ได้แก่ย่านอุตสาหกรรมใหญ่ ซึ่งอยู่ในช่วงละติจูดที่ ๓๘ ถึง ๔๓ องศาเหนือ ตั้งแต่ชายฝั่งมหาสมุทรแอตแลนติก ไปจนถึงชายฝั่งทะเลสาบมิชิแกน เมืองขนาดใหญ่ของสหรัฐอเมริกาและแคนาดาเป็นจำนวนมาก ตั้งอยู่ในย่านนั้น นอกจากนี้ยังมีเขตที่มีประชากรอยู่หนาแน่นปานกลาง ในบริเวณที่ราบลุ่มแม่น้ำมิสซิสซิปปี้ ชายฝั่งมหาสมุทรแปซิฟิกในมลรัฐแคลิฟอร์เนีย และที่ราบสูงภาคกลางของประเทศเม็กซิโก

ส่วนเขตที่มีประชากรอยู่เบาบาง ก็ได้แก่ในภาคเหนือของแคนาดา ซึ่งมีอากาศหนาวเย็น เขตเทือกภูเขาร็อกกี้ และที่ราบสูงภาคตะวันตกของทวีปซึ่งมีอากาศแห้งแล้ง

๕. **ทวีปอเมริกาใต้** ในทวีปอเมริกาใต้ประชากรตั้งถิ่นฐานรวมกันหนาแน่นเป็นแห่ง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งที่อยู่กันหนาแน่นมากก็ได้แก่บริเวณที่ราบชายฝั่งมหาสมุทรแอตแลนติก ส่วนทางด้านตอนในของทวีป ยังมีประชากรอยู่กันเบาบางมาก เขตที่มีประชากรอยู่หนาแน่นมากที่สุด มีอยู่ ๒ เขตคือ ภาคใต้ของที่ราบสูงบราซิล เขตหนึ่ง กับบริเวณที่ราบปากแม่น้ำลาปลาตา ในประเทศอาร์เจนตินา อีกเขตหนึ่ง

เขตที่มีประชากรอยู่เบาบางมาก คือบริเวณลุ่มแม่น้ำอเมซอน ซึ่งเป็นป่าทึบ กับทะเลทรายอะตะกามา (Atacama) ในประเทศเปรู และเขตแห้งแล้งในที่ราบสูง ปาตาโกเนีย ในประเทศอาร์เจนตินา รวมทั้งเขตเทือกภูเขาแอนดิส ซึ่งส่วนใหญ่มีประชากรอยู่กันเบาบาง ยกเว้นในบางตอนแถบศูนย์สูตร

๖. **ทวีปแอฟริกา** บริเวณที่มีประชากรอยู่หนาแน่นที่สุดในทวีปแอฟริกา คือ บริเวณดินดอนสามเหลี่ยมปากแม่น้ำไนล์ ในประเทศสหสาธารณรัฐอาหรับ (อียิปต์) นอกจากนี้ก็มีบางเขตที่มีประชากรอยู่ค่อนข้างหนาแน่น ได้แก่ชายฝั่งของแอฟริกาตะวันตกติดอ่าวกินี บริเวณที่ราบสูงในแอฟริกาตะวันออก

รอบ ๆ ทะเลสาบวิกตอเรีย และตอนใต้ของทวีปในประเทศสาธารณรัฐแอฟริกาใต้ เขตที่มีประชากรอยู่เบาบางมาก ก็ได้แก่ทะเลทรายสะฮารา และทะเลทรายลิเบียในแอฟริกาเหนือ เขตลุ่มแม่น้ำคองโกในแอฟริกากลาง และเขตทะเลทรายนามิบ (Namib) และทะเลทรายกาลาฮารี (Kalahari) ในแอฟริกาใต้

การโยกย้ายของประชากร

การโยกย้ายของประชากรจากที่แห่งหนึ่งไปยังที่อีกแห่งหนึ่ง เป็นวิธีการที่มนุษย์กระจายตัวออกไปเพื่อครอบครองดินแดนที่ยังว่างเปล่าอยู่ หรือโยกย้ายภูมิลำเนาเดิม ไปตั้งถิ่นฐานในแหล่งใหม่เพื่อแก้ปัญหาทางเศรษฐกิจ การเมือง ศาสนา หรืออื่น ๆ ในปัจจุบันจะเห็นได้ว่าไม่มีดินแดนแห่งใดในโลกที่สามารถใช้ประโยชน์ได้ตามมาตรฐานความเจริญทางวิชาการในขณะนี้ ที่ยังว่างเปล่าอยู่ เพราะคนเราได้พยายามที่จะกระจายตัวออกไปให้กว้างขวางที่สุดเท่าที่จะทำได้ ในคริสต์ศตวรรษที่ ๑๖ และ ๑๗ เมื่อมีการค้นพบดินแดนใหม่ ก็ได้มีการอพยพเข้าไปตั้งถิ่นฐานอยู่ในทวีปอเมริกาเหนือและอเมริกาใต้ และต่อมาในคริสต์ศตวรรษที่ ๑๘ ก็ได้มีการอพยพเข้าไปตั้งถิ่นฐานในทวีปออสเตรเลีย การโยกย้ายของมนุษย์ได้ทำกันมาแล้วตั้งแต่สมัยดึกดำบรรพ์ และก็จะกระทำกันต่อไป เพราะเป็นการปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมธรรมชาติ และสภาพแวดล้อมทางวัฒนธรรมอย่างหนึ่ง

การโยกย้ายของประชากร มีทั้งการโยกย้ายภายในประเทศและระหว่างประเทศ และมีทั้งการโยกย้ายชั่วคราว และโยกย้ายถาวร การโยกย้ายภายในประเทศนั้น ประชากรจากถิ่นหนึ่งอาจจะเดินทางโยกย้ายไปหางานทำ หรือไปตั้งถิ่นฐานอยู่อีกตำบลหนึ่งภายในประเทศ ซึ่งทำได้ง่าย เพราะปกติไม่มีการจำกัดหรือมีการหวงห้ามมากนัก ผิดกับการโยกย้ายระหว่างประเทศ ซึ่งปัจจุบันทำได้ไม่ง่ายนัก เพราะแต่ละประเทศก็มักจะมีนโยบายจำกัดคนเข้าเมืองที่เป็นชาวต่างชาติ เพื่อป้องกันปัญหาทางด้านการเมืองหรือทางด้านเศรษฐกิจและสังคมของประเทศ แต่ก็มิใช่ว่าจะไม่สามารถทำได้เสียเลย เพราะปัจจุบันก็ยังคงมีการอพยพโยกย้ายระหว่างประเทศอยู่ ตัวอย่างเช่น ชาวยุโรปที่เดินทางเข้าไปตั้งหลักแหล่งอยู่ในทวีปออสเตรเลีย หรือแคนาดา หรือสหรัฐอเมริกา เป็นต้น

ตามพระราชบัญญัติว่าด้วยคนเข้าเมืองของประเทศไทย ที่บังคับใช้อยู่ในขณะนี้ ก็อนุญาตให้คนต่างด้าวเข้าเมืองได้ โดยจำกัดจำนวนปีละ ๒๐๐ คนต่อสัญชาติ ทั้งนี้ไม่รวมผู้ที่เดินทางเข้ามาชั่วคราว ฉะนั้น ในประเทศไทยเราก็มีคนต่างชาติเดินทางโยกย้ายเข้ามาตั้งถิ่นฐานอยู่ด้วยเช่นกัน

การโยกย้ายอาจจะเป็นการชั่วคราว คือเดินทางไปหางานทำหรือไปตั้งภูมิลำเนาอยู่ชั่วคราว แล้วก็กลับถิ่นฐานเดิม ตัวอย่างเช่น ชาวอินเดีย และชาวจีนที่เข้าไปรับจ้างทำงานในสหพันธ์มาเลเซีย เมื่อทำงานเก็บเงินทองได้พอสมควรก็เดินทางกลับประเทศ หรืออย่างเช่นพลเมืองจากภาคตะวันออกเฉียงเหนือของไทยที่เดินทางเข้ามารับจ้างทำงานในภาคกลางและภาคใต้ เมื่อถึงฤดูทำนาก็เดินทางกลับไปบ้านเดิมของตนเป็นต้น แต่การโยกย้ายบางทีก็เป็นการถาวร อย่างเช่นคนจีนที่อพยพเข้าไปตั้งถิ่นฐานอยู่ในทวีปยุโรปและในทวีปอเมริกาเหนือ มีบุตรหลานสืบต่อมา และกลายเป็นพลเมืองของประเทศที่เข้าไปตั้งถิ่นฐานอยู่ แต่ก็ยังคงมีเชื้อชาติ ภาษาและวัฒนธรรมที่แสดงให้เห็นว่าเป็นคนจีนอยู่

การอพยพโยกย้ายของประชากรมีสาเหตุหลายประการ ได้แก่สาเหตุทางด้านเศรษฐกิจ สาเหตุทางด้านการเมือง สาเหตุทางด้านศาสนา และสาเหตุอื่นๆ

๑. สาเหตุทางด้านเศรษฐกิจ อาจจะเนื่องจากการทำมาหากินในแหล่งเดิมเกิดการฝืดเคือง เพราะมีพลเมืองเพิ่มมากขึ้น หรือขาดทรัพยากรที่จะเลี้ยงดูทำให้ประชากรที่อยู่อาศัยในแหล่งนั้น อพยพไปที่อื่นที่มีโอกาสทางเศรษฐกิจดีกว่า พลเมืองชาวจีนและชาวอินเดียที่อพยพไปตั้งถิ่นฐานอยู่ในที่ต่าง ๆ เกือบทั่วโลก ส่วนใหญ่โยกย้ายไปเพราะสาเหตุนี้

๒. สาเหตุทางด้านการเมือง อาจจะเนื่องจากรัฐบาลต้องการระบายพลเมืองของตนไปครอบครองดินแดนที่จับจองไว้เป็นอาณานิคม อย่างเช่นรัฐบาลอังกฤษที่ส่งนักโทษเข้ามาในทวีปออสเตรเลียในตอนปลายของคริสต์ศตวรรษที่ ๑๘ หรืออาจจะเนื่องจากการหนีภัยทางการเมือง ที่พลเมืองบางหมู่บางเหล่าละทิ้งถิ่นฐานที่อยู่เดิมไปตั้งหลักแหล่งในดินแดนใหม่ อย่างเช่นชาวยิวเป็นจำนวนมาก ที่อพยพออกจากเยอรมนี สมัยฮิตเลอร์มีอำนาจ ตลอดจน

อาจจะเนื่องจากการถูกบีบบังคับให้มีการโยกย้าย เพราะสงครามอย่างเช่นชาวเยอรมัน และชาวญี่ปุ่นที่ถูกส่งตัวกลับประเทศ ภายหลังที่ประเทศทั้งสองแพ้สงครามในสงครามโลกครั้งที่สอง เป็นต้น

๓. **สาเหตุทางด้านศาสนา** ในสมัยก่อนการอพยพโยกย้ายเพราะสาเหตุทางศาสนามีอยู่มาก อย่างเช่นพวกเพียวริแตนส์ (**Puritans**) ที่เดินทางอพยพจากอังกฤษไปตั้งถิ่นฐานใหม่ในทวีปอเมริกาเหนือ แต่ปัจจุบันการโยกย้ายเพราะสาเหตุทางด้านศาสนามีน้อยลง แต่ก็มีตัวอย่างที่แสดงให้เห็นได้จากการอพยพของชาวฮินดูและชาวมุสลิมเป็นจำนวนมาก เมื่อมีการแบ่งอินเดียและปากีสถานออกจากกันเป็น ๒ ประเทศ ภายในระยะเวลา ๔ ปี นับตั้งแต่ปี พ.ศ. ๒๔๙๐ ซึ่งเป็นปีที่ประเทศทั้งสองได้รับเอกราชจากอังกฤษ และแยกออกจากกันเป็นสองประเทศ มีคนอพยพข้ามพรมแดนถึงประมาณ ๑๗ ล้านคน

๔. **สาเหตุอื่น ๆ** นอกจากสาเหตุใหญ่ ๆ ทั้ง ๓ ประการข้างต้นนี้ ยังมีสาเหตุปลีกย่อยอย่างอื่น ๆ อีกมาก ตัวอย่างเช่นภัยธรรมชาติต่าง ๆ เช่น น้ำท่วม ฝนแล้ง แผ่นดินไหว ภูเขาไฟระเบิด โรคระบาด แต่ละครั้งที่เกิดขึ้นก็อาจเป็นสาเหตุให้พลเมืองที่อยู่อาศัยในแหล่งนั้นอพยพโยกย้ายไปอยู่ที่อื่น หรืออาจจะเนื่องมาจากการกระทำของมนุษย์เอง เช่นการเพาะปลูกอย่างไม่ระมัดระวังทำให้ดินเกิดการพังทลาย ขาดความอุดมสมบูรณ์ ใช้ประโยชน์ไม่ได้ก็ต้องเร่ร่อนย้ายที่ไปอยู่ที่อื่น ดังนี้เป็นต้น

การโยกย้ายของประชากรมีทั้งผลดีและผลเสีย ซึ่งอาจสรุปได้ดังนี้คือ

ก. **ผลดี**

๑. **ช่วยลดความหนาแน่นของประชากรในบางเขต** ในเขตที่มีประชากรอยู่หนาแน่นมาก จนอาจเกิดปัญหาทางด้านเศรษฐกิจ ก็มีโอกาสที่จะระบายประชากรออกไปอยู่อาศัยในแหล่งอื่นได้ อย่างเช่นชาวยุโรปที่ออกไปตั้งถิ่นฐานในทวีปอเมริกาเหนือ อเมริกาใต้และออสเตรเลีย ทำให้ประชากรในทวีปยุโรปลดความหนาแน่นลงได้บ้าง

๒. **ช่วยเพิ่มประชากรในบางเขต** ในบางเขตที่ยังมีประชากรอยู่น้อยไม่อาจจะนำแรงงานมาใช้ประโยชน์ได้เพียงพอ ก็ได้อาศัยประชากรจากที่อื่นที่

อพยพเข้ามา ทำให้มีแรงงานมากขึ้น ตัวอย่างเช่นในปัจจุบันประเทศออสเตรเลีย ประเทศแคนาดา ซึ่งยังมีประชากรอยู่น้อย ก็ได้ส่งเสริมสนับสนุนให้มีคนจากประเทศอื่นอพยพเข้ามาในประเทศมากขึ้น โดยการให้ความช่วยเหลือต่าง ๆ เช่นออกค่าเดินทางให้ หรือหาอาชีพให้ เป็นต้น

๓. **ช่วยให้สามารถใช้แรงงานได้ประโยชน์เต็มที่** ประชากรที่มีอยู่ในบางเขต อาจจะไม่มีงานทำพอเพียง ทำให้แรงงานต้องสูญเสียไป หรือใช้ประโยชน์ไม่เต็มที่ ในขณะที่บางเขตอาจจะขาดแคลนแรงงาน เพราะมีคนอยู่น้อยกว่างาน ฉะนั้นถ้าหากมีการอพยพโยกย้าย ก็จะทำให้แรงงานที่มีอยู่ในที่หนึ่งที่ใด มีโอกาสได้เคลื่อนย้ายไปสู่เขตที่มีความต้องการแรงงานได้ แทนที่จะปล่อยให้แรงงานนั้นสูญเสียไป ตัวอย่างเช่น คนงานจากภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ที่เดินทางเข้ามารับจ้างทำงานในภาคกลางของประเทศไทย ถ้าหากคนเหล่านั้นไม่เดินทางมา ก็จะไม่มีโอกาสได้ใช้แรงงานให้เป็นประโยชน์ เพราะทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือไม่มีงานให้ทำได้เพียงพอ เมื่อเดินทางโยกย้ายไปถิ่นอื่นก็มีโอกาสที่จะทำงาน ใช้แรงงานได้มากขึ้น

ข. **ผลเสีย**

๑. **เป็นการทำให้เกิดปัญหาชนหมู่น้อย** คนต่างชาติที่เดินทางอพยพเข้าไปอยู่อาศัยในถิ่นอื่น ถ้าหากมีจำนวนมากพอสมควร ก็อาจจะเรียกร้องสิทธิทางการเมืองจากพลเมืองเจ้าของถิ่นเดิม ทำให้เกิดความยากลำบากในการปกครองขึ้นได้

๒. **เป็นการก่อให้เกิดปัญหาทางด้านเศรษฐกิจและวัฒนธรรม** คนต่างถิ่นที่อพยพโยกย้ายเข้าไปในถิ่นหนึ่งนั้น อาจจะก่อให้เกิดภาระแก่คนเจ้าของถิ่นที่จะต้องให้การเลี้ยงดู ถ้าหากไม่มีงานให้ทำพอเพียง หรืออาจจะเข้าไปแย่งอาชีพของพลเมืองที่เป็นเจ้าของถิ่น ทำให้เกิดปัญหาทางเศรษฐกิจขึ้น ในขณะเดียวกัน คนต่างชาติที่อพยพโยกย้ายเข้ามา อาจจะมีขนบธรรมเนียมวัฒนธรรมแตกต่างกับชนที่เป็นเจ้าของถิ่นเดิม และในบางครั้งก็เกิดปัญหาขัดแย้งกันทางด้านวัฒนธรรมได้ ตัวอย่างเช่น การขัดแย้งกันทางผิวและเชื้อชาติที่เป็นอยู่ในบางประเทศในขณะนี้ เป็นต้น

บทที่ ๔ อาชีพของมนุษย์

มนุษย์ในส่วนต่าง ๆ ของโลก มีการทำมาหากินเพื่อการดำรงชีพแตกต่างกันไป ซึ่งเป็นผลจากสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติ และสภาพแวดล้อมทางวัฒนธรรมดังได้กล่าวมาแล้ว การประกอบอาชีพ หรือการประกอบกิจกรรมทางเศรษฐกิจนี้ แบ่งออกได้เป็น ๒ ประเภทอย่างกว้าง ๆ คือ ประเภทหนึ่งเป็นกิจกรรมทางเศรษฐกิจแบบเลี้ยงตัวเองหรือแบบยังชีพ (Subsistence economic activities) คือผู้ประกอบอาชีพมุ่งหวังที่จะผลิตสิ่งของขึ้นเพื่อใช้บริโภคเอง ไม่ได้ผลิตขึ้นเพื่อจำหน่าย หากจะมีการจำหน่ายหรือแลกเปลี่ยนก็มีเพียงเล็ก ๆ น้อย ๆ เท่านั้น ตามวิธีการแบบนี้ ผู้ผลิตมักจะใช้วิธีการอย่างง่าย ๆ ผลิตได้ไม่มากนัก และทำให้มีมาตรฐานการครองชีพอยู่ในขั้นต่ำ กิจกรรมทางเศรษฐกิจแบบยังชีพที่สำคัญ ก็ได้แก่การล่าสัตว์หรือเก็บของป่า การเลี้ยงสัตว์เร่ร่อน การเพาะปลูกอย่างง่าย ๆ อีกประเภทหนึ่ง เป็นกิจกรรมทางเศรษฐกิจแบบการค้า (Commercial economic activities) ผู้ประกอบอาชีพผลิตสิ่งของขึ้นเพื่อส่งออกจำหน่าย จึงต้องใช้วิธีการที่มีประสิทธิภาพ เพื่อให้สามารถแข่งขันได้ ได้แก่การขุดแร่ การทำป่าไม้ การประมง การเพาะปลูกและเลี้ยงสัตว์แบบการค้า อุตสาหกรรมผลิตสินค้าสำเร็จรูป การพาณิชย์และการขนส่ง ถ้าจะกล่าวในด้านความสำคัญทางเศรษฐกิจแล้ว กิจกรรมทางเศรษฐกิจแบบเลี้ยงตัวเอง มีความสำคัญอยู่น้อยมาก และจำนวนประชากรที่ประกอบอาชีพประเภทนี้ก็มีอยู่ไม่มากนัก ส่วนใหญ่มักอยู่อาศัยตามบริเวณที่กันดารที่ยังใช้ประโยชน์ได้น้อย

ในทางเศรษฐศาสตร์ นิยมแบ่งอาชีพของมนุษย์เป็น ๓ ขั้นคือ อาชีพขั้นต้นหรือขั้นปฐมภูมิ อาชีพขั้นที่สองหรือขั้นทุติยภูมิ และอาชีพขั้นที่สามหรือขั้นตติยภูมิ

อาชีพขั้นปฐมภูมิ (Primary economic activities) คืออาชีพที่เกี่ยวกับการนำทรัพยากรธรรมชาติมาใช้ประโยชน์โดยตรง ได้แก่การเพาะปลูก การเลี้ยงสัตว์ การล่าสัตว์ การประมง การทำป่าไม้ และการขุดแร่

อาชีพขั้นทุติยภูมิ (Secondary economic activities) คืออาชีพที่เกี่ยวกับการประดิษฐ์สินค้าสำเร็จรูป เป็นการนำวัตถุมาเปลี่ยนแปลงรูปร่างและคุณภาพ

เพื่อให้สามารถใช้ประโยชน์ได้มากขึ้น ได้แก่อุตสาหกรรมผลิตสินค้าสำเร็จรูปต่าง ๆ

อาชีพขั้นตติยภูมิ (Tertiary economic activities) คืออาชีพที่เกี่ยวกับการใช้แรงงาน การบริหาร หรือการให้บริการต่าง ๆ เช่น การค้า การคมนาคม และการขนส่ง

ประเทศหรือกลุ่มชนใดก็ตาม ถ้าหากพลเมืองประกอบอาชีพในขั้นปฐมภูมิเป็นส่วนใหญ่แล้ว ก็มักจะมีความเจริญทางเศรษฐกิจไม่มากนัก ผิดกับประเทศหรือกลุ่มชนที่ประชาชนส่วนใหญ่ ประกอบอาชีพในขั้นทุติยภูมิหรือตติยภูมิ เพราะการประกอบอาชีพในขั้นทุติยภูมิและตติยภูมินั้น ต้องอาศัยความรู้ความสามารถอยู่มากและให้รายได้สูง และการที่ประเทศสามารถใช้แรงงานที่มีอยู่ ประกอบอาชีพในขั้นทุติยภูมิและตติยภูมิได้มาก แทนที่จะใช้แรงงานไปประกอบอาชีพในขั้นปฐมภูมิอย่างเดียว ก็เป็นการช่วยให้ประเทศมีรายได้มากขึ้น จำนวนประชากรที่ประกอบอาชีพขั้นทุติยภูมิและตติยภูมิ จึงเป็นเครื่องวัดความเจริญทางเศรษฐกิจของประเทศได้อย่างหนึ่ง

การเพาะปลูก

การเพาะปลูกที่ทำกันอยู่ในเขตต่าง ๆ ของโลก มีแตกต่างกันไปหลายชนิด และอาจแบ่งออกได้ดังนี้

๑. **การเพาะปลูกแบบไร่เลื่อนลอย** เป็นวิธีการเพาะปลูกที่ทำกันอยู่ในเขตอากาศร้อนบางแห่ง ซึ่งผู้ที่ทำการเพาะปลูกไม่ได้ทำอยู่ประจำเป็นที่ แต่ย้ายที่เพาะปลูกเรื่อย ๆ ไป ทุก ๆ ระยะ ๒ หรือ ๓ ปี เมื่อที่ดินผืนเก่าขาดความอุดมสมบูรณ์ ปลูกพืชไม่งอกงาม การเพาะปลูกแบบนี้ได้ผลเก็บเกี่ยวน้อย และเป็นการเพาะปลูกแบบยังชีพ ไม่ใช่การค้า ใช้วิธีการและเครื่องมือเครื่องใช้อย่างง่าย ๆ โดยมากมักปลูกพืชที่ใช้เป็นอาหารเลี้ยงดูครอบครัว อย่างเช่น ข้าว เผือกมัน กล้วย เป็นต้น มีพบอยู่มากในทวีปแอฟริกาและเอเชียตะวันออกเฉียงใต้

๒. **การเพาะปลูกแบบอยู่กับที่ในเขตเมืองร้อน** เป็นวิธีการเพาะปลูกที่ทำกันมากที่สุดในเขตอากาศเมืองร้อน ซึ่งใช้แรงงานคนหรือบางทีก็มีแรงงาน

สัตว์ช่วย ผู้ที่เพาะปลูกมักจะปลูกข้าวเป็นพืชหลัก ถ้าเป็นเขตอากาศชื้นมีฝนตกมาก ก็ปลูกข้าวเจ้า แต่ในเขตค่อนข้างแห้งแล้ง ก็อาจจะปลูกข้าวฟ่างหรือข้าวโพดแทน บางแห่งที่มีอากาศไม่ร้อนจัดก็ปลูกข้าวสาลีด้วย นอกจากนี้ก็มีพืชอย่างอื่น ๆ บางชนิดที่ปลูกสำหรับจำหน่าย อย่างเช่นฝ้าย ป่าน ปอ อ้อย เป็นต้น วิธีการเพาะปลูกแบบนี้ส่วนมากมักใช้วิธีการอย่างง่าย ๆ และไม่มีเครื่องมือเครื่องใช้มากนัก แต่ใช้แรงงานมาก

๓. **การเพาะปลูกแบบไร่ขนาดใหญ่** เป็นวิธีการเพาะปลูกแบบการค้าที่มีทำกันเป็นบางเขตในเขตอากาศเมืองร้อน ซึ่งวิธีการแบบนี้ได้รับอิทธิพลมาจากชาวตะวันตก ที่เข้าไปปกครองอาณานิคมในทวีปเอเชีย แอฟริกา หรืออเมริกาใต้ มีการเพาะปลูกในเนื้อที่ผืนใหญ่ๆ ใช้วิธีการที่ทันสมัย มีการลงทุนมาก ปลูกพืชสำหรับจำหน่ายเป็นสินค้า ได้แก่ยางพารา อ้อย กาแฟ ชา ปาล์มน้ำมัน เป็นต้น

๔. **การเพาะปลูกแบบผสม** การเพาะปลูกแบบผสม (Mixed farming) หมายความถึงการเพาะปลูกที่ทำควบไปกับการเลี้ยงสัตว์ มีทำกันอยู่มากในยุโรปตะวันตก และภาคตะวันออกของสหรัฐอเมริกา ปลูกพืชที่ใช้สำหรับเลี้ยงสัตว์ เช่น ข้าวโพด หญ้า อัลฟัลฟ่า (Alfalfa) รวมทั้งพืชที่จำหน่าย เช่น ข้าวสาลี หรือถั่วเหลือง และในขณะเดียวกันก็เลี้ยงสัตว์ เช่น วัวเนื้อ วัวนม หมู หรือเป็ดไก่ควบไปด้วย โดยใช้อาหารสัตว์ที่ผลิตขึ้นจากไร่นาของตน

๕. **การเพาะปลูกในเขตทุ่งหญ้าแพรรี่** ในเขตทุ่งหญ้าแพรรี่ซึ่งเป็นทุ่งหญ้าอบอุ่น มีการเพาะปลูกชนิดที่ทำเป็นการค้าในเนื้อที่กว้างขวาง และส่วนมากมักใช้เครื่องจักรทุ่นแรงเข้าช่วย มีข้าวสาลีเป็นพืชสำคัญ มีทำกันมากในภาคกลางของสหรัฐอเมริกาและแคนาดา ภาคใต้ของรุสเซียในยุโรป และทุ่งหญ้าปัมปัสในประเทศอาร์เจนตินา

๖. **การเพาะปลูกในเขตอากาศแบบเมดิเตอร์เรเนียน** ในเขตอากาศแบบเมดิเตอร์เรเนียน ปรากฏว่ามีการปลูกผักและผลไม้เป็นจำนวนมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งการปลูกผลไม้จำพวกส้ม มะนาว และองุ่น นอกจากนี้ก็มีการปลูกข้าวสาลี ข้าวเจ้า และเลี้ยงสัตว์ด้วย

พืชชนิดต่าง ๆ

พืชที่ปลูกกันนั้น อาจแบ่งออกได้เป็น ๕ ประเภทด้วยกัน คือ

ก. พืชจำพวกข้าวหรือธัญพืช ได้แก่ ข้าวเจ้า ข้าวสาลี ข้าวโพด ข้าวบาเลย์ ข้าวโอ๊ต ข้าวไรย์ ข้าวฟ่าง ฯลฯ

ข. พืชน้ำมัน ได้แก่ มะพร้าว ถั่วลิสง ถั่วเหลือง มะกอก ปาล์มน้ำมัน ฯลฯ

ค. พืชเครื่องดื่ม ได้แก่ชา กาแฟ โกโก้ ฯลฯ

ง. พืชเส้นใย ได้แก่ ฝ้าย ป่าน ปอ ฯลฯ

จ. พืชไม้ผล ได้แก่ไม้ผลจำพวกส้ม ไม้ผลประเภทผลัดใบ กล้วย ฯลฯ

ฉ. พืชอื่น ๆ ได้แก่อ้อย หัวผักกาดน้ำตาล ยางพารา ยาสูบ ฯลฯ

พืชจำพวกข้าว

๑. **ข้าวเจ้า (Rice)** เป็นธัญพืชที่มีปริมาณผลิตมากที่สุดของโลก คือทั่วโลกผลิตได้ประมาณ ๒๖๐ ล้านเมตริกตัน ในปี พ.ศ. ๒๕๐๓ (ข้าวสาลีผลิตได้มากเป็นที่สอง ประมาณ ๒๕๐ ล้านเมตริกตัน และข้าวโพดได้มากเป็นที่สาม ประมาณ ๒๒๐ ล้านเมตริกตัน) แต่ปริมาณข้าวเจ้าที่ส่งออกจำหน่ายในตลาดโลกนั้นมีน้อยกว่าข้าวสาลีและข้าวโพด ทั้งนี้เนื่องจากว่าข้าวเจ้านั้นมักปลูกกันในเขตที่มีประชากรอยู่หนาแน่น และมีเศรษฐกิจแบบเลี้ยงตัวเอง ฉะนั้น ข้าวที่ผลิตได้ส่วนใหญ่จึงใช้เลี้ยงพลเมืองในท้องถิ่น มีเหลือส่งออกไปจำหน่ายเพียงเล็กน้อย

ประเทศที่ผลิตข้าวเจ้าได้มากที่สุด คือสาธารณรัฐประชาชนจีน ซึ่งผลิตได้ประมาณ ๔๐% ของโลก รองลงมาคืออินเดียซึ่งผลิตได้ประมาณ ๒๐ % ของโลก นอกจากนั้นก็เป็นประเทศญี่ปุ่น และประเทศในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ทวีปอื่น ๆ นอกจากเอเชียมีการปลูกข้าวเจ้าไม่มากนัก ได้แก่ภาคใต้ของทวีปยุโรปในประเทศสเปน อิตาลี และปากแม่น้ำโรนในประเทศฝรั่งเศส ปากแม่น้ำมิสซิสซิปปีในสหรัฐอเมริกา ชายฝั่งประเทศบราซิลในอเมริกาใต้ แอฟริกาตะวันตก และลุ่มแม่น้ำเมอร์เรย์ในออสเตรเลีย ข้าวเจ้าเป็นพืชที่ทนอากาศหนาวไม่ได้ ฉะนั้นจึงมีปลูกในเขตอากาศแบบเมืองร้อนและอบอุ่นค่อนข้างร้อนเท่านั้น

แต่ประเทศที่ส่งข้าวเจ้าออกจำหน่ายมากที่สุดในขณะนี้ ได้แก่ประเทศในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ซึ่งมีประเทศไทย สหภาพพม่า และเวียดนาม นอกจากนั้นก็มีสหรัฐอเมริกา และออสเตรเลียที่ส่งออกจำหน่ายบ้างเล็กน้อย

๒. **ข้าวสาลี (Wheat)** เป็นข้าวที่มีการซื้อขายในตลาดโลกมากที่สุด ทั้งนี้เนื่องจากว่าข้าวสาลีนั้นปลูกกันในเนื้อที่กว้างขวาง ใช้เครื่องจักรทุ่นแรงเป็นส่วนมาก ปริมาณที่ผลิตได้จึงใช้บริโภคในท้องถิ่นไม่มากนัก ประเทศที่ผลิตข้าวสาลีได้มาก ก็ได้แก่สหภาพโซเวียต สหรัฐอเมริกา จีน ฝรั่งเศส แคนาดา อาร์เจนตินา และออสเตรเลีย แต่ประเทศที่ส่งข้าวสาลีออกจำหน่ายมากที่สุดคือ สหรัฐอเมริกา รองลงมาคือ แคนาดา

ข้าวสาลีเป็นพืชที่ไม่ชอบอากาศร้อนจัด และขึ้นได้ดีในเขตอากาศอบอุ่นในเขตที่มีฤดูหนาวไม่ยาวนานนัก นิยมปลูกข้าวสาลีในฤดูใบไม้ร่วง และไปเก็บเกี่ยวในตอนต้นฤดูร้อน ซึ่งเรียกว่าข้าวสาลีฤดูหนาว (Winter wheat) แต่ในเขตที่มีอากาศค่อนข้างหนาวเย็น มีฤดูหนาวนาน มักปลูกข้าวสาลีในฤดูใบไม้ผลิ และไปเก็บเกี่ยวในตอนปลายฤดูร้อน ซึ่งเรียกว่าข้าวสาลีฤดูใบไม้ผลิ (Spring wheat) นอกจากจะแตกต่างกันในฤดูที่ปลูกแล้ว ข้าวสาลียังแตกต่างกันในด้านลักษณะคุณภาพด้วย กล่าวคือ เป็นข้าวสาลีชนิดแข็ง (hard wheat) ซึ่งเนื้อแข็งกระด้าง มียางมาก เหมาะสำหรับทำขนมปัง กับข้าวสาลีชนิดอ่อน (soft wheat) ซึ่งเนื้อแป้งนุ่ม เหมาะสำหรับทำขนมเค้กและมักกะโรนี

๓. **ข้าวโพด (Maize)** เป็นพืชพื้นเมืองของทวีปอเมริกามาแต่เดิม แต่ต่อมาได้ขยายพันธุ์ไปปลูกในทวีปต่าง ๆ ข้าวโพดเป็นพืชที่ปลูกกันทั้งในเขตอากาศร้อนและเขตอากาศอบอุ่น ในเขตอากาศชื้นและเขตค่อนข้างแห้งแล้ง ตลอดจนมีทั้งที่ปลูกแบบเลี้ยงตัวเองและที่ปลูกเป็นการค้า นอกจากจะเป็นอาหารของคนแล้ว ข้าวโพดยังใช้เป็นอาหารสัตว์ และเป็นวัตถุดิบของอุตสาหกรรมด้วย

ประเทศที่ผลิตข้าวโพดได้มากที่สุดคือ สหรัฐอเมริกา ซึ่งผลิตได้ประมาณครึ่งหนึ่งของโลก รองลงมาคือประเทศในยุโรปตะวันออก ได้แก่ประเทศยูโกสลาเวีย รูเมเนีย ฮังการี นอกนั้นก็มีประเทศเม็กซิโก อาร์เจนตินา สาธารณรัฐ

แอฟริกาใต้ ในทวีปเอเชียมี ๒ ประเทศที่ผลิตข้าวโพดได้มากคือ อินเดียและอินโดนีเซีย ประเทศไทยนั้นถึงแม้ว่าปัจจุบันจะขยายการปลูกข้าวโพดมากขึ้นกว่าแต่ก่อน แต่ก็ผลิตได้เพียงไม่ถึง ๑% ของโลก

ส่วนประเทศที่ส่งข้าวโพดออกจำหน่ายมากในขณะนี้มีเรียงตามลำดับความสำคัญคือ สหรัฐอเมริกา อาร์เจนตินา สาธารณรัฐแอฟริกาใต้ และประเทศไทย ซึ่งใน พ.ศ. ๒๕๐๘ ประเทศไทยส่งข้าวโพดออกจำหน่ายประมาณ ๗ แสนตัน หรือประมาณ ๖% ของข้าวโพดที่ส่งออกจำหน่ายในโลก

๔. **ข้าวบาเลย์ (Barley)** ใช้ประโยชน์ในการเลี้ยงสัตว์และเป็นวัตถุดิบของอุตสาหกรรมทำเบียร์เป็นส่วนใหญ่ ไม่ค่อยใช้บริโภคเป็นอาหารของคน เป็นพืชที่ชอบอากาศค่อนข้างหนาวเย็น และปลูกกันมากในสหราชอาณาจักร เดนมาร์ก เยอรมนี โปแลนด์ และบางส่วนของสหรัฐอเมริกา ประเทศที่ส่งออกจำหน่ายมากที่สุด คือ สหรัฐอเมริกา รองลงมาคือ แคนาดา และออสเตรเลีย

๕. **ข้าวโอ๊ต (Oats)** ใช้เป็นอาหารของคนและใช้เลี้ยงสัตว์ เช่นเดียวกับข้าวบาเลย์และข้าวไรย์ ส่วนใหญ่ของข้าวโอ๊ตใช้บริโภคกันในที่นาเพาะปลูก ฉะนั้นจึงมีส่งออกจำหน่ายในตลาดโลกไม่มากนัก ประเทศที่ผลิตได้มาก คือ สหรัฐอเมริกา สหภาพโซเวียต แคนาดา ฝรั่งเศส สหราชอาณาจักร และเยอรมันตะวันตก ส่วนประเทศที่ส่งออกจำหน่ายมากมีเรียงตามลำดับคือ สหรัฐ-อเมริกา ออสเตรเลีย และแคนาดา

๖. **ข้าวไรย์ (Rye)** เป็นพืชที่ทนอากาศหนาวได้ดี และปลูกในเขตเดียวกับเขตปลูกข้าวโอ๊ต ใช้ทำขนมปังแทนข้าวสาลีได้ แต่มีรสไม่สู้อร่อยนัก นอกจากนั้นก็ใช้ในการเลี้ยงสัตว์ ประเทศที่ปลูกมากได้แก่สหภาพโซเวียต เยอรมันตะวันตก สหรัฐอเมริกา และอาร์เจนตินา ส่วนประเทศที่ส่งออกจำหน่ายมากได้แก่ สหภาพโซเวียต

๗. **ข้าวฟ่าง (Millet)** เป็นข้าวที่ทนความแห้งแล้งได้ดีกว่าข้าวชนิดอื่น ๆ จึงมีปลูกกันมากในเขตอากาศค่อนข้างแห้งแล้ง อย่างเช่นในคาบสมุทรเดกคานของอินเดีย และภาคตะวันตกของจีน ข้าวฟ่างมีปริมาณผลิตไม่

มากนัก และเกือบทั้งหมดใช้บริโภคภายในท้องถิ่น จึงไม่มีความสำคัญในการค้าต่างประเทศ

พืชน้ำมัน มีพืชหลายชนิดที่สามารถนำมาสกัดน้ำมัน เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ต่าง ๆ เช่นในการปรุงอาหาร หรือใช้ในอุตสาหกรรมต่าง ๆ เช่นเป็นน้ำมันหล่อลื่น น้ำมันผสมสี น้ำมันชักเงา น้ำมันผสมหมึกพิมพ์ ทำสบู่ ฯลฯ เป็นต้น กากพืชที่สกัดน้ำมันออกแล้ว ก็ยังนำไปใช้ในการเลี้ยงสัตว์หรือใช้เป็นปุ๋ยบำรุงดินได้ด้วย พืชน้ำมันที่สำคัญก็ได้แก่ถั่วลิสง ถั่วเหลือง มะพร้าว ปาล์มน้ำมัน มะกอก และนอกจากนี้ยังสกัดน้ำมันพืชได้จากเมล็ดฝ้าย เมล็ดป่านลินิน เมล็ดงา และละหุ่งด้วย

๑. **ถั่วลิสง (Peanut)** เป็นพืชที่ขึ้นได้ดีในเขตอากาศร้อนและอบอุ่นค่อนข้างร้อน ประเทศที่ปลูกมากได้แก่ อินเดีย จีน สหรัฐอเมริกา และประเทศในแอฟริกาตะวันตกและแอฟริกาตะวันออก ซึ่งมีประเทศไนจีเรีย กานา และแทนซาเนีย

๒. **ถั่วเหลือง (Soy bean)** เป็นพืชที่ขึ้นได้ดีในเขตอากาศอบอุ่นที่มีฤดูหนาวไม่ยาวนัก ประเทศที่ผลิตได้มากก็มี สหรัฐอเมริกา จีน และญี่ปุ่น ในสหรัฐอเมริกานั้น แต่เดิมปลูกถั่วเหลืองเพื่อใช้สำหรับเลี้ยงสัตว์ แต่ต่อมาได้เปลี่ยนความนิยมมาใช้เมล็ดเพื่อบริโภค หรือเป็นวัตถุดิบของอุตสาหกรรม ส่วนถั่วเหลืองที่ปลูกในเอเชียนั้น ทั้งหมดใช้สำหรับบริโภค เนื่องจากเป็นพืชที่ให้โปรตีนสูง เหมาะสำหรับประเทศที่ขาดแคลนเนื้อสัตว์บริโภค เช่น จีน ญี่ปุ่น และเกาหลี

๓. **มะพร้าว (Coconut)** ขึ้นได้ดีในเขตอากาศร้อนชื้น โดยเฉพาะบริเวณชายฝั่งทะเล ประเทศที่ปลูกมากคือ ฟิลิปปินส์ อินโดนีเซีย หมู่เกาะแปซิฟิก สหพันธ์มาเลเซีย ลังกา ซึ่ง ๕ แห่งนี้ผลิตมะพร้าวได้มากกว่า ๙๐ %ของโลก

๔. **ปาล์มน้ำมัน (Oil palm)** เป็นพืชในเขตอากาศร้อนชื้น และมักจะปลูกบริเวณแถบศูนย์สูตร เช่นเดียวกันกับยางพารา เป็นพืชพื้นเมืองเดิมของทวีปแอฟริกา แต่ในปัจจุบันได้นำมาปลูกในทวีปเอเชียมากขึ้น ในแอฟริกามีประเทศในแอฟริกาตะวันตกและแอฟริกากลาง หลายประเทศที่ปลูกปาล์ม

น้ำมัน ได้แก่ประเทศเซียราเลโอน ไลบีเรีย ไอวอรีโคสต์ กานา ไนจีเรีย และคองโก ส่วนในเอเชียมี ๒ ประเทศคือ อินโดนีเซีย และสหพันธ์มาเลเซีย

๕. มะกอก (Olives) เป็นพืชพื้นเมืองที่ขึ้นอยู่ทางภาคใต้ของทวีปยุโรป และเอเชียตะวันตกเฉียงใต้ ซึ่งมีภูมิอากาศแบบเมดิเตอร์เรเนียน ประเทศที่ผลิตได้มากคือ อิตาลี สเปน กรีซ ตุรกี ตูนีเซีย และแอลจีเรีย

พืชเครื่องดื่ม เป็นพืชที่นำมาใช้ประโยชน์เป็นเครื่องดื่ม ซึ่งอาจจะนำส่วนหนึ่งส่วนใดของพืชมาใช้ประโยชน์ เช่น ใบ เมล็ด หรือลำต้น พืชที่สำคัญมากมีอยู่ ๓ ชนิดคือ ชา กาแฟ และโกโก้

๑. ชา (Tea) เป็นพันธุ์ไม้ในเขตมรสุมของทวีปเอเชีย มีปลูกกันมากในจีน ญี่ปุ่น อินเดีย ปากีสถาน ลังกา และอินโดนีเซีย การปลูกชาในจีนและญี่ปุ่นนั้นทำกันเป็นอุตสาหกรรมในครอบครัว และส่วนใหญ่ก็ใช้บริโภคภายในประเทศ มีส่งออกจำหน่ายเพียงเล็กน้อย ผิดกับการปลูกชาในอินเดีย ปากีสถาน ลังกา และอินโดนีเซีย ที่ปลูกกันในไร่ขนาดใหญ่ที่ชาวต่างประเทศมาลงทุนไว้ และอินเดียกับลังกาเป็นประเทศสำคัญมากที่ส่งชาออกจำหน่ายในตลาดโลก ปรากฏว่าสองประเทศนี้ส่งใบชาออกจำหน่ายประมาณ ๗๕ % ของโลก ตลาดสำคัญคือ สหราชอาณาจักร ออสเตรเลีย และแคนาดา

๒. กาแฟ (Coffee) ต้นกาแฟแต่เดิมเป็นพืชที่ขึ้นอยู่ในแอฟริกาตะวันออก แต่ต่อมาได้มีผู้นำไปปลูกในคาบสมุทรอาหรับ และการดื่มกาแฟได้แพร่หลายเข้าไปในทวีปยุโรปในคริสต์ศตวรรษที่ ๑๗ ชาวยุโรปจึงได้นำกาแฟไปปลูกในอาณานิคมต่าง ๆ ในทวีปอเมริกาใต้และเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ศูนย์กลางการผลิตกาแฟจึงเลื่อนที่ไปตามกาลเวลา จากคาบสมุทรอาหรับไปอยู่ที่หมู่เกาะอินดิสตะวันตก แล้วจึงเลื่อนที่มาอยู่ที่เกาะชวา และประเทศบราซิลตามลำดับ ในปัจจุบันศูนย์กลางสำคัญ ๒ แห่งที่ผลิตกาแฟได้มากคือ ในภาคเหนือของทวีปอเมริกาใต้ ซึ่งมีประเทศบราซิล เอกวาดอร์ โคลอมเบีย เขตหนึ่งกับในแอฟริกากลาง ซึ่งมีประเทศคองโก แคว้นอังโกลา และประเทศยูกันดาอีกเขตหนึ่ง โดยเฉพาะประเทศบราซิลนั้นส่งกาแฟออกจำหน่ายประมาณครึ่งหนึ่งของโลก และประเทศที่รับซื้อกาแฟมากที่สุดคือ สหรัฐอเมริกา

๓. **โกโก้ (Cacao)** โกโก้หรือกาเกา เป็นพืชพื้นเมืองของทวีปอเมริกาในเขตเมืองร้อน ขึ้นอยู่ตามป่าในอเมริกากลางและตอนเหนือของอเมริกาใต้ เมื่อชาวสเปนและโปรตุเกสเดินทางมาทวีปใหม่นี้ ก็ได้นำเมล็ดโกโก้ไปทวีปยุโรป และจึงทำให้การดื่มโกโก้แพร่หลายออกไป ต้นโกโก้เป็นไม้ใหญ่ผิดกับกาแฟ และเมื่อออกผล จะมีผลติดอยู่ตามลำต้น ภายในผลจะมีเมล็ดประมาณ ๓๐–๖๐ เมล็ด เมล็ดเหล่านี้จะนำมาตากให้แห้งและส่งออกจำหน่าย มีโรงงานในทวีปยุโรป และสหรัฐอเมริกาที่รับซื้อเมล็ดโกโก้มาบดให้ละเอียด บรรจุกระป๋องจำหน่าย หรือผสมนมทำเป็นชอกโกแลตในประเทศที่มีอุตสาหกรรมเลี้ยงวัวนม การทำชอกโกแลตจึงเป็นสินค้าสำคัญอย่างหนึ่ง เช่น ในประเทศสวิส เนเธอร์-แลนด์ เดนมาร์ก สหราชอาณาจักร และสหรัฐอเมริกา

ประเทศที่ส่งเมล็ดโกโก้ออกจำหน่ายมากที่สุดคือ ประเทศในแอฟริกาตะวันตก ได้แก่ประเทศกานา ไนจีเรีย และไอวอรีโคสต์ นอกจากนี้ก็ได้แก่ประเทศในทวีปอเมริกาใต้ และอเมริกากลาง ซึ่งมีประเทศบราซิลและสาธารณ-รัฐโดมินิกัน โดยเฉพาะประเทศกานานั้นผลิตเมล็ดโกโก้ได้มากที่สุดคือประมาณ ๓๐% ของโลก

พืชเส้นใย พืชที่ให้เส้นใยสำหรับใช้ในอุตสาหกรรมปั่นทอมีอยู่หลายชนิด ที่สำคัญได้แก่ฝ้าย ป่านลินิน และปอกระเจา นอกจากนี้มีพืชอย่างอื่นๆ ที่ให้เส้นใย ได้แก่ปอแก้ว ป่านมนิลา ป่านศรนารายณ์ ป่านรามี และนุ่น

๑. **ฝ้าย (Cotton)** กล่าวได้ว่าเป็นพืชเส้นใยที่สำคัญที่สุด มากกว่า $\frac{๓}{๔}$ ของผ้าที่ทอขึ้นในโลกใช้ฝ้ายเป็นวัตถุดิบ ฝ้ายเป็นพืชที่ขึ้นได้ทั้งในเขตอากาศร้อนและอากาศอบอุ่นค่อนข้างร้อน ที่มีระยะเวลาที่อุณหภูมิสูงกว่าขีดเยือกแข็งติดต่อกันไม่น้อยกว่า ๒๐๐ วันในรอบหนึ่งปี และไม่ต้องการฝนชุกนัก การปลูกฝ้ายต้องการแรงงานมาก ถึงแม้ว่าจะได้มีการประดิษฐ์เครื่องจักรเก็บฝ้ายขึ้นใช้แล้วก็ตาม แต่การเก็บฝ้ายส่วนใหญ่ก็ยังคงทำกันด้วยมือ ทั้งนี้เนื่องจากดอกฝ้ายแก่ไม่พร้อมกัน ทำให้การใช้เครื่องจักรเก็บลำบาก ประเทศสำคัญที่ปลูกฝ้ายคือ สหรัฐอเมริกา ซึ่งผลิตได้ประมาณ ๔๐% ของโลก รองลงมาตามลำดับคือ สหภาพโซเวียต จีน อินเดีย บราซิล สหสาธารณรัฐอาหรับ เม็กซิโก

และปากีสถาน ทั้ง ๘ ประเทศนี้รวมกันผลิตฝ้ายได้ประมาณ ๘๕% ของโลก

เขตปลูกฝ้ายในสหรัฐอเมริกาที่เรียกว่า **Cotton belt** อยู่ทางภาคใต้ของประเทศ ตั้งแต่มลรัฐคาโรไลนาเหนือ คาโรไลนาใต้ และจอร์เจีย ซึ่งอยู่ติดชายฝั่งแอตแลนติกไปทางตะวันตกจนถึงมลรัฐโอไฮโอและเทกซัส นับเป็นเขตปลูกฝ้ายที่ใหญ่ที่สุดของโลก ในสหภาพโซเวียตมีเขตปลูกฝ้ายสำคัญ ๒ เขตคือ ในแคว้นเตอรกีสถาน ซึ่งอยู่ทางตะวันออกของทะเลสาบแคสเปียนแห่งหนึ่ง และในแคว้นยูเครนเหนือชายฝั่งทะเลดำอีกแห่งหนึ่ง ในจีนมีการปลูกฝ้ายในภาคกลางและภาคใต้ของประเทศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในแถบลุ่มแม่น้ำแยงซีเกียง มีการปลูกฝ้ายกันมาก ในอินเดียมีเขตปลูกฝ้ายในคาบสมุทรเดคคาน ศูนย์กลางที่สำคัญอยู่ที่รัฐมหาราษฎร์ ซึ่งมีเมืองบอมเบย์เป็นศูนย์กลาง ส่วนปากีสถานมีการปลูกฝ้ายในลุ่มแม่น้ำสินธุในแคว้นปัญจาบและแคว้นไฮเดอราบัด และสหสาธารณรัฐอาหรับมีเขตปลูกฝ้ายในที่ราบลุ่มแม่น้ำไนล์

๒. **แฟลกซ์ หรือป่านลินิน (Flax)** เป็นพืชที่ให้เส้นใยจากลำต้นเพื่อนำมาใช้ในการทอผ้า ที่เรียกว่าผ้าลินิน ในสมัยก่อนป่านลินินมีปลูกกันโดยทั่วไปในทวีปยุโรปและสหรัฐอเมริกา เพราะผ้าลินินเป็นที่นิยมใช้กันมาก แต่ต่อมาเมื่อการปลูกฝ้ายแพร่หลายออกไป การปลูกต้นป่านลินินก็มีลดน้อยลง เพราะราคาแพงแข่งขันสู้ฝ้ายไม่ได้ ปัจจุบันมีสหภาพโซเวียตเป็นประเทศสำคัญที่สุด ซึ่งผลิตป่านลินินได้ประมาณ ๗๓ % ของโลก รองลงมาได้แก่ประเทศโปแลนด์ ฝรั่งเศส เนเธอร์แลนด์ เบลเยียม และไอร์แลนด์ ซึ่งกล่าวได้ว่าเป็นพืชที่ทวีปยุโรปผูกขาดในการผลิต เพราะผลิตได้ถึง ๙๘ % ของโลก อีก ๒% ที่เหลือนั้นได้มาจากสหรัฐอเมริกา

๓. **ปอกระเจา (Jute)** ปอกระเจาที่ผลิตได้ในโลกเกือบทั้งหมดมาจากบริเวณที่ราบปากแม่น้ำคงคาและพรหมบุตร ในแคว้นเบงกอลของอินเดียและปากีสถาน ประเทศที่ผลิตปอได้มากที่สุดคือ ปากีสถานตะวันออก ซึ่งผลิตได้ประมาณ ๕๐% ของโลก ส่วนอินเดียผลิตได้ประมาณ ๔๓% และเมื่อรวมประเทศอื่นๆในเอเชียด้วยแล้ว ปรากฏว่าทวีปเอเชียผลิตปอกระเจาได้ประมาณ

๙๘% ของโลก ซึ่งก็กล่าวได้ว่าเป็นพืชที่ทวีปเอเชียผูกขาดในการผลิต เช่นเดียวกับที่ทวีปยุโรปผูกขาดในการผลิตป่านลินิน

สำหรับพืชเส้นใยอื่นๆ นอกจากที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ๓ ชนิดนี้ ก็มีป่านมนิลา หรือป่านอบากา (Manila hemp or abaca) ปลูกมากที่สุดในประเทศฟิลิปปินส์ ป่านเฮมป์ (hemp) ปลูกมากในสหภาพโซเวียตและยุโรปตะวันออก ป่านศรนารายณ์ (sisal) ปลูกกันมากในแอฟริกาตะวันออก ปอแก้ว (kenaf) ปลูกกันมากในแอฟริกาตะวันออกและในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ โดยเฉพาะในประเทศไทย ปอแก้วก็เป็นสินค้าออกที่มีความสำคัญมาก ป่านรามี (ramie) ปลูกมากในจีนและในคาบสมุทรอินโดจีน และนุ่น (kapok) ปลูกกันมากในแอฟริกาตะวันออก และหมู่เกาะอินโดนีเซีย

พืชไม้ผล ไม้ผลที่ปลูกกันอยู่โดยทั่วไปในที่ต่าง ๆ ของโลกนั้น ส่วนมากมักจะใช้บริโภคภายในท้องถิ่น มีส่งออกจำหน่ายในตลาดโลกไม่มากนัก ทั้งนี้เนื่องจากว่าผลไม้เป็นสินค้าที่เสียหายได้ง่าย การจัดส่งออกจำหน่ายต้องการความระมัดระวังในการบรรจุหีบห่อ หรือการขนส่งเป็นพิเศษ ฉะนั้นจึงมีผลไม้เพียงไม่กี่ชนิดที่ส่งไปจำหน่ายเป็นสินค้าระหว่างประเทศ

๑. **ผลไม้จำพวกส้ม** (Citrus fruits) นับเป็นผลไม้ที่มีปริมาณซื้อขายกันในตลาดโลกมากที่สุด ได้แก่ส้มชนิดต่างๆ มะนาว ประเทศที่ผลิตได้มากที่สุดคือสหรัฐอเมริกา ซึ่งผลิตได้ประมาณ ๔๒% ของโลก มีศูนย์กลางการผลิตอยู่ที่มลรัฐฟลอริดา และมลรัฐแคลิฟอร์เนีย รองลงมาก็ได้แก่ประเทศบราซิล สเปน อิตาลี อิสราเอล ญี่ปุ่น เม็กซิโก และอาร์เจนตินา แต่ประเทศที่ส่งส้มเป็นสินค้าออกมากคือ สหรัฐอเมริกา สเปน อิตาลี อิสราเอล และออสเตรเลีย

๒. **ผลไม้ประเภทไม้ผลัดใบ** (Deciduous Fruit) เป็นผลไม้ที่ได้จากต้นไม้ผลัดใบ ซึ่งขึ้นอยู่ในเขตอากาศอบอุ่นค่อนข้างหนาว ที่สำคัญได้แก่แอ็ปเปิล พีช แพร์ มีปลูกกันมากในยุโรปตะวันตก สหรัฐอเมริกา จีน อาร์เจนตินา สาธารณรัฐแอฟริกาใต้ และออสเตรเลีย

๓. **กล้วย** (Banana) ถึงแม้ว่าจะมีปลูกอยู่โดยทั่ว ๆ ไปในเขตอากาศเมืองร้อน แต่กล้วยที่ปลูกเป็นสินค้าออกนั้น ได้มาจากหมู่เกาะอินดิสตะวันตก

และประเทศในอเมริกากลางและอเมริกาใต้ ประเทศที่ส่งกล้วยเป็นสินค้าออกมากที่สุดคือประเทศคอสตาริกา รองลงมาคือประเทศเอกวาดอร์และฮอนดูรัส ประเทศเหล่านี้มีความชำนาญในการปลูกและการขนส่งกล้วยมาก ตามปกติจะตัดกล้วยตั้งแต่ยังดิบอยู่และบรรทุกเรือที่สร้างขึ้นโดยเฉพาะ เมื่อไปถึงสหรัฐอเมริกาหรือยุโรป ก็เป็นระยะเวลาที่กล้วยบ่มสุกพอดี เป็นกล้วยพันธุ์กล้วยหอมอย่างเดียว

๔. **อินทผลัม (Date)** เป็นพืชที่ขึ้นในเขตอากาศแห้งแล้งแบบทะเลทราย และผลของมันนำมาทำสำเร็จรูป เป็นสินค้าส่งออกจำหน่ายทั่วโลก ประเทศที่ส่งออกจำหน่ายมากที่สุดคือประเทศอิรัก ซึ่งจำหน่ายประมาณ ๘๐% ของโลก รองลงมาคือประเทศอิหร่านและแอลจีเรีย

พืชอื่น ๆ

พืชที่สำคัญที่ควรจะกล่าวถึง ซึ่งไม่อาจจัดอยู่ในประเภทใด ๆ ที่กล่าวมาแล้วข้างต้น มีอีก ๔ อย่างคือ อ้อย หัวผักกาดน้ำตาล ยาสูบ และยางพารา

๑. อ้อย (Sugar cane) เป็นพืชพื้นเมืองของทวีปเอเชีย ต่อมาในคริสต์ศตวรรษที่ ๘ พวกมัวร์ได้นำเข้าไปปลูกในคาบสมุทรไอบีเรียในยุโรป และหลังจากนั้นชาวสเปนและโปรตุเกส จึงได้นำไปปลูกในทวีปอเมริกาเหนือและทวีปอเมริกาใต้ กลายเป็นสินค้าออกที่สำคัญของทวีปใหม่เรื่อยมาจนปัจจุบัน

อ้อยเป็นพืชที่ขึ้นได้ดีในเขตอากาศร้อนชื้น ต้องการน้ำมาก ความจริงก็มีพืชอีกหลายชนิดที่ให้น้ำตาล อย่างเช่น หัวผักกาดน้ำตาล ต้นเมเปิล (maple) มะพร้าว ตาล แต่อ้อยก็เป็นพืชน้ำตาลที่สำคัญที่สุดเรื่อยมา ประเทศที่ผลิตน้ำตาลจากอ้อยได้มากที่สุดคือ ประเทศคิวบา ซึ่งผลิตได้ประมาณ ๒๐% ของโลก รองลงมาคือ อินเดีย บราซิล ฟิลิปปินส์ เปอร์โตริโก ฮาวาย และเกาะชวา

๒. **หัวผักกาดน้ำตาล (Sugar beet)** หัวผักกาดน้ำตาล หรือหัวผักกาดหวาน เป็นพืชที่เพิ่งจะมีความสำคัญเมื่อประมาณ ๑๐๐ ปีเศษนี้เอง ผิดกับอ้อยที่รู้จักกันมานานแล้ว เป็นพืชที่ชอบขึ้นในอากาศอบอุ่นค่อนข้างหนาว และมีปลูกกันมากที่สุดในยุโรปตะวันตกและยุโรปกลาง รวมทั้งในโซเวียตรุสเซียด้วย

ส่วนในสหรัฐอเมริกามีปลูกอยู่บ้างในเขตที่มีการชลประทานทางภาคกลางและภาคตะวันตกของประเทศ ประเทศที่ผลิตน้ำตาลจากหัวผักกาดน้ำตาลได้มากที่สุดคือสหภาพโซเวียต ผลิตได้ประมาณ ๒๒% ของโลก รองลงมาคือเยอรมันตะวันตก ฝรั่งเศส โปแลนด์ และสหรัฐอเมริกา การผลิตน้ำตาลจากหัวผักกาดน้ำตาลนั้นต้องเสียค่าใช้จ่ายสูงกว่าการผลิตน้ำตาลจากอ้อย ตามปกติจึงแข่งขันสู้น้ำตาลจากอ้อยไม่ได้ และต้องอาศัยการช่วยเหลือของรัฐบาล ในการให้เงินอุดหนุนหรือตั้งกำแพงภาษี

๓. **ยาสูบ (Tobacco)** เป็นพืชพื้นเมืองที่ขึ้นอยู่ในทวีปอเมริกา และโคลัมบัสเป็นผู้นำเข้ามาในทวีปยุโรปเป็นครั้งแรก หลังจากนั้นได้แพร่หลายออกไปในทวีปต่าง ๆ เป็นพืชที่ขึ้นได้ทั้งในเขตอากาศร้อนและเขตอากาศอบอุ่น มากกว่าครึ่งหนึ่งของยาสูบที่ผลิตได้ในโลกมาจาก ๓ ประเทศด้วยกัน คือ สหรัฐอเมริกา สาธารณรัฐประชาชนจีน และอินเดีย โดยเฉพาะอย่างยิ่งสหรัฐอเมริกานั้น ผลิตได้ประมาณ ๒๗% ของโลก นอกจากนี้ยังมีปลูกในสหภาพโซเวียต บราซิล ตุรกี ปากีสถาน ญี่ปุ่น และอินโดนีเซีย

ยาสูบเป็นพืชที่ได้ราคาดี เหมาะสำหรับปลูกในเนื้อที่ผืนเล็ก ๆ ที่ต้องใช้แรงงานมาก การเก็บการบ่มตลอดจนการบรรจุหีบห่อของใบยาก็ต้องใช้แรงงานและฝีมือมาก ชาวไร่ที่ปลูกยาสูบโดยปกติมักจะปลูกพืชหลายอย่างสลับชนิดกันเพื่อรักษาความสมบูรณ์ของที่ดิน เพราะการปลูกยาสูบอย่างเดียวทำให้ดินเสื่อมได้ง่าย การปลูกยาสูบจึงไม่มีการทำไร่ขนาดใหญ่ ใช้เครื่องจักรทุ่นแรงเหมือนอย่างพืชชนิดอื่น ๆ แม้แต่ในสหรัฐอเมริกาก็เช่นกัน

๔. **ยางพารา (Rubber)** เป็นพืชพื้นเมืองเดิมในแถบลุ่มแม่น้ำอเมซอนในอเมริกาใต้ และต่อมาชาวอังกฤษได้ลักลอบนำเมล็ดยางไปทดลองปลูกในสวนพฤกษชาติในกรุงลอนดอน แล้วจึงนำต้นไปปลูกในลังกา จากนั้นได้แพร่หลายเข้าไปในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ และในทวีปแอฟริกา ปัจจุบันแหล่งผลิตยางพาราที่สำคัญที่สุดคือเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ซึ่งมีประเทศสหพันธ์มาเลเซีย ผลิตได้มากที่สุดประมาณ ๓๕% ของโลก รองลงมาคืออินโดนีเซีย ไทย และสาธารณรัฐเวียดนาม เอเชียตะวันออกเฉียงใต้ทั้งภูมิภาค

ผลิตยางพาราได้มากกว่า ๙๐% ของโลก ที่เหลือนอกนั้นได้มาจากประเทศไลบีเรีย ไนจีเรียและคองโก ในทวีปแอฟริกา และประเทศบราซิล ในอเมริกาใต้

ปัจจุบันยางพารากำลังประสบปัญหาจากการแข่งขันของยางสังเคราะห์ เพราะความเจริญก้าวหน้าในด้านการผลิตยางสังเคราะห์ ทำให้ประเทศสหรัฐอเมริกาและประเทศในยุโรปหันไปใช้ยางสังเคราะห์มากขึ้น เนื่องจากมีราคาไม่แพงมากนัก และคุณภาพก็ดีเท่าเทียมหรือดีกว่ายางธรรมชาติ และกว่าครึ่งหนึ่งของยางที่ใช้กันทั่วโลกในขณะนี้เป็นยางสังเคราะห์

การเลี้ยงสัตว์

การเลี้ยงสัตว์มีทำแตกต่างกันเป็นหลายวิธี สุดแล้วแต่ลักษณะภูมิอากาศ ความนิยมและความเจริญทางด้านวิชาการ อาจแบ่งวิธีการเลี้ยงสัตว์ออกได้เป็นชนิดต่าง ๆ ดังนี้ คือ

๑. **การเลี้ยงสัตว์แบบเร่ร่อน** (Nomadic herding) เป็นวิธีการเลี้ยงสัตว์ที่มีความเจริญน้อยมาก และทำอยู่ในเขตกันดารที่ไม่มีอาหารสัตว์พอจะเลี้ยงดูสัตว์อยู่ประจำเป็นที่ได้ในระยะนาน ๆ เจ้าของสัตว์จึงต้องต้อนฝูงสัตว์อพยพย้ายที่เรื่อย ๆ ไป เพื่อแสวงหาแหล่งน้ำและทุ่งหญ้าที่จะเลี้ยงดูสัตว์ได้ การเลี้ยงสัตว์แบบเร่ร่อนนี้มีทำกันในเขตภูมิอากาศ ๒ ประเภท คือ ในเขตอากาศแห้งแล้งแบบทะเลทรายหรือทุ่งหญ้าสเต็ปป์เขตหนึ่ง ซึ่งสัตว์ที่เลี้ยงเป็นสัตว์ที่มักทนความแห้งแล้งได้ดี อย่างเช่น แกะ และอูฐ อีกเขตหนึ่งคือในเขตภูมิอากาศแบบทุนดราแถบขั้วโลก ซึ่งมีอากาศหนาวเย็น และมีทุ่งหญ้าทุนดราที่พอใช้เลี้ยงสัตว์ได้ สัตว์ที่เลี้ยงในเขตนั้นที่ขึ้นชื่อมากคือกวางเรนเดียร์ ซึ่งก็เป็นการเลี้ยงแบบย้ายที่เร่ร่อนเช่นกัน

๒. **การเลี้ยงสัตว์ย้ายที่ตามฤดู** (Transhumance) การเลี้ยงสัตว์ย้ายที่แบบนี้ แตกต่างจากวิธีแรก ในข้อที่ว่าผู้ที่เลี้ยงสัตว์ไม่ได้เร่ร่อนเรื่อยไป แต่ย้ายที่เป็นประจำระหว่าง ๒–๓ เขตเท่านั้น ที่ทำกันมากที่สุด ก็คือการย้ายที่เลี้ยงสัตว์จากที่ราบเชิงเขาขึ้นไปบนลาดเขาในฤดูร้อน และต้อนฝูงสัตว์กลับลงมายังที่ราบเชิงเขาในฤดูหนาว มีทำกันมากในเขตเทือกภูเขาแอลป์ในทวีปยุโรป

อย่างเช่นในประเทศสวิส ฝรั่งเศส อิตาลี เมื่อถึงฤดูใบไม้ผลิ หิมะบนภูเขาละลาย มีหญ้าขึ้นงอกงามตามลาดเขาสูง เจ้าของปศุสัตว์ก็ต้อนสัตว์ของตนขึ้นไปบนภูเขา ให้ไปหากินในระหว่างฤดูร้อน และใช้พื้นที่ราบเชิงเขาทำการเพาะ-ปลูก พอถึงฤดูใบไม้ร่วง อากาศเริ่มหนาวเย็น ก็ต้อนฝูงสัตว์กลับลงมาที่ราบเชิงเขา ซึ่งเป็นระยะเวลาที่เก็บเกี่ยวพืชเสร็จแล้ว และจะเลี้ยงดูสัตว์อยู่ตามที่ราบเชิงเขานั้นตลอดฤดูหนาว พอถึงฤดูใบไม้ผลิก็ต้อนฝูงสัตว์กลับขึ้นไปบนภูเขาใหม่ ทำวนเวียนอยู่อย่างนี้

๓. **การเลี้ยงสัตว์แบบคอกสัตว์ขนาดใหญ่ (Livestock Ranching)** ในทวีปอเมริกาเหนือ อเมริกาใต้และออสเตรเลีย มีการเลี้ยงสัตว์ในเนื้อที่กว้างขวางมาก เจ้าของคอกปศุสัตว์แต่ละแห่งมีเนื้อที่มากนับเป็นพัน ๆ ไร่หรือเป็นหมื่น ๆ ไร่ และปล่อยให้สัตว์หากินเองตามธรรมชาติ เมื่อสัตว์โตได้ขนาดก็คัดเลือกส่งไปจำหน่าย การเลี้ยงสัตว์แบบนี้ทำกันในเขตที่มีอากาศค่อนข้างแห้งแล้ง มีทุ่งหญ้าที่ไม่ค่อยอุดมสมบูรณ์นัก เลี้ยงวัวเนื้อ และแกะ เป็นส่วนใหญ่

๔. **การเลี้ยงสัตว์ในเขตเพาะปลูกแบบผสม** ในเขตเพาะปลูกแบบผสมซึ่งมีการเพาะปลูกควบไปกับการเลี้ยงสัตว์ อย่างที่ทำกันในยุโรปตะวันตก และภาคตะวันออกของทวีปอเมริกาเหนือนั้น การเลี้ยงสัตว์มีทำกันมากและเลี้ยงวัวเนื้อ วัวนม หมู เป็ด ไก่ เป็นส่วนใหญ่ ใช้วิธีการที่ทันสมัย มีการลงทุนมาก สัตว์ที่เลี้ยงมีคุณภาพดี เนื่องจากมีอาหารสัตว์อุดมสมบูรณ์ มีการปลูกพืชชนิดต่าง ๆ ที่ใช้เลี้ยงสัตว์ อย่างเช่นข้าวโพด ข้าวบาเลย์ ข้าวโอ๊ต อัลฟัลฟ่า ฯลฯ เป็นต้น

๕. **การเลี้ยงสัตว์ตามบ้าน** เป็นการเลี้ยงเล็ก ๆ น้อย ๆ เพื่อหารายได้พิเศษหรือเพื่อใช้งาน หรือเพื่อบริโภคในครอบครัว อย่างเช่นการเลี้ยงวัวควาย หมูและเป็ดไก่ ในเขตมรสุมของทวีปเอเชีย เป็นต้น สัตว์ที่เลี้ยงมีจำนวนไม่มากนัก และใช้วิธีการเลี้ยงอย่างง่าย ๆ ไม่ค่อยถูกต้องตามหลักวิชานัก

มนุษย์เราเลี้ยงสัตว์เพื่อประโยชน์หลายอย่าง ที่สำคัญ ๆ พอจะสรุปได้ดังนี้ คือ

๑. **เพื่อใช้บริโภคเป็นอาหาร** มีผลิตผลจากสัตว์หลายอย่างที่ใช้เป็นอาหารของมนุษย์ อย่างเช่นเนื้อสัตว์ นมเนย ไข่ ไขมัน เป็นต้น ซึ่งการเลี้ยงสัตว์ก็มุ่งหมายที่จะผลิตสัตว์ที่ให้ประโยชน์ตามที่ต้องการ อย่างเช่นการเลี้ยงวัวหรือแกะพันธุ์เนื้อ การเลี้ยงวัวนม การเลี้ยงไก่พันธุ์ไข่ เป็นต้น แต่ในเขตที่ยังมีความเจริญอยู่น้อยนั้น การเลี้ยงสัตว์ยังไม่ได้ทำอย่างถูกต้องตามหลักวิชานัก เพราะฉะนั้น การเลี้ยงสัตว์จึงมักจะทำรวม ๆ กันไป สุดแล้วแต่ว่าจะใช้ประโยชน์อย่างใดได้ อย่างเช่นการเลี้ยงวัว ก็ไม่คิดแยกประเภทว่าเป็นวัวเนื้อหรือวัวนม

๒. **เพื่อใช้เป็นวัตถุดิบของอุตสาหกรรม** ผลิตผลจากสัตว์บางอย่างก็นำมาใช้เป็นวัตถุดิบของอุตสาหกรรมได้ อย่างเช่น ขนสัตว์ หนังสัตว์ กระดูกและเขาสัตว์ สัตว์บางชนิดสามารถตัดขนของมันนำมาทอเป็นผ้า อย่างเช่น แกะ แพะและอูฐ แต่บางชนิดก็ให้ขนเฟอร์ อย่างเช่น กระต่าย สุนัขจิ้งจอก มิงค์ หนังสัตว์บางชนิดนำมาฟอกใช้ประโยชน์ได้อย่างเช่น หนังวัว ควายและแกะ ส่วนกระดูกและเขาของสัตว์นั้นก็นำมาป่นผสมอาหารสัตว์หรือเป็นปุ๋ยบำรุงดิน หรือเคี่ยวทำกาว เป็นต้น

๓. **เพื่อใช้เป็นแรงงาน** สัตว์บางชนิดให้ประโยชน์เป็นแรงงานได้ อย่างเช่น การใช้ม้า วัว และควาย ไถนาหรือลากล้อเลื่อน การใช้ช้างลากซุง ใช้อูฐเป็นพาหนะในเขตทะเลทราย หรือใช้สุนัขลากเลื่อนในเขตอากาศแถบขั้วโลก ดังนี้เป็นต้น

๔. **เพื่อประโยชน์อย่างอื่น ๆ** การเลี้ยงสัตว์เพื่อประโยชน์อย่างอื่น ๆ นอกจากที่กล่าวมาแล้วข้างต้นนี้ ยังมีอยู่อีกมากมาย เช่นอาจจะเลี้ยงเพื่อให้ความเพลิดเพลิน หรือเพื่อการค้นคว้าทดลองทางวิทยาศาสตร์ เป็นต้น

สัตว์ชนิดต่าง ๆ ในที่นี้จะได้นำเอาการเลี้ยงสัตว์บางชนิดที่มีความสำคัญมาอธิบาย คือการเลี้ยงวัว การเลี้ยงแกะ และการเลี้ยงหมู ซึ่งสัตว์เลี้ยงทั้ง ๓ ชนิดนี้ให้ผลิตผลเป็นสินค้าส่งออกจำหน่ายในตลาดโลกมากกว่าสัตว์อย่างอื่น ๆ

๑. **การเลี้ยงวัว** บัจจุบันคาดคะเนว่ามีวัวอยู่ทั่วโลกประมาณ ๘๐๐ ล้านตัว ในจำนวนนี้ปรากฏว่าอยู่ในอินเดียเสียประมาณ ๑๖๐ ล้านตัว หรือ ๒๐ %

ของโลก นอกนั้นก็มีเลี้ยงกันมากในสหรัฐอเมริกา ยุโรป อเมริกาใต้ แอฟริกาตะวันออก และออสเตรเลีย วัวที่เลี้ยงกันในเอเชียและแอฟริกาส่วนมากเป็นวัวพื้นเมือง ที่มีคุณภาพไม่สู้ดีนัก ผิดกับวัวที่เลี้ยงกันในยุโรป อเมริกาเหนือ อเมริกาใต้และออสเตรเลีย ที่ได้รับการปรับปรุงคัดเลือกพันธุ์มาเป็นเวลานานจนมีคุณภาพดีมาก และแบ่งออกเป็น ๒ ประเภทคือ วัวเนื้อ (beef cattle) กับวัวนม (dairy cattle)

การเลี้ยงวัวในสหรัฐอเมริกา ในสหรัฐอเมริกามีการเลี้ยงวัวเป็นอุตสาหกรรมใหญ่มาก และแตกต่างกันเป็น ๒ แบบ คือ แบบหนึ่งเป็นการเลี้ยงในคอกสัตว์ขนาดใหญ่ มีทำกันในภาคตะวันตกของประเทศ ซึ่งมีอากาศค่อนข้างแห้งแล้ง เลี้ยงวัวเนื้อที่มีคุณภาพปานกลาง อีกแบบหนึ่งเป็นการเลี้ยงในฟาร์มซึ่งทำกันทางภาคตะวันออกของประเทศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเขตปลูกข้าวโพด (Corn belt) และเขตเพาะปลูกผสม (Mixed farming belt) ในเขตดังกล่าวนี้มีอาหารสัตว์อยู่เป็นจำนวนมาก ทำให้สัตว์มีคุณภาพดี มีทั้งวัวเนื้อและวัวนม

ถึงแม้สหรัฐอเมริกาจะเลี้ยงวัวเป็นจำนวนมาก (ประมาณ ๑๐๐ ล้านตัว) แต่ก็ไม่ได้ส่งเนื้อวัวออกจำหน่ายต่างประเทศ ตรงกันข้ามกลับสั่งซื้อเนื้อวัวเป็นสินค้าเข้าประเทศด้วย ทั้งนี้เนื่องจากพลเมืองนิยมบริโภคเนื้อสัตว์ ทำให้ความต้องการภายในประเทศมีอยู่มาก

การเลี้ยงวัวในยุโรป ในทวีปยุโรปการเลี้ยงวัวมักจะทำกันในฟาร์มขนาดเล็ก เพราะมีเนื้อที่จำกัด ประเทศที่เลี้ยงวัวเป็นจำนวนมากได้แก่สหราชอาณาจักร ฝรั่งเศส เยอรมนี เนเธอร์แลนด์และเดนมาร์ก มีทั้งวัวเนื้อและวัวนม นอกจากนี้ก็มีประเทศสวิส อิตาลี ออสเตรเลีย ซึ่งมีการเลี้ยงวัวนมในเขตเทือกภูเขาแอ็ลป์

ประเทศในยุโรปส่วนใหญ่ ต้องสั่งซื้อเนื้อวัวเพิ่มเติมจากต่างประเทศ เพราะมีพลเมืองมากกว่าปริมาณเนื้อสัตว์ที่ผลิตได้ มีประเทศเดนมาร์กเท่านั้นที่ส่งเนื้อวัวออกจำหน่าย ประเทศที่รับซื้อเนื้อวัวมากที่สุด คือสหราชอาณาจักร ซึ่งรับซื้อถึงประมาณ ๕๓% ของที่ส่งออกจำหน่ายในตลาดโลกหรือประมาณปีละ ๒ แสนเมตริกตัน

การเลี้ยงวัวในอเมริกาใต้และออสเตรเลีย นิวซีแลนด์ ในทวีปอเมริกาใต้ การเลี้ยงวัวมีทำกันหนาแน่นมากในประเทศอาร์เจนตินาและอุรุกวัย ซึ่งมีทุ่งหญ้าที่ใช้เลี้ยงสัตว์ได้ดี และยังมีประชากรอยู่กันน้อย โดยมากเป็นการเลี้ยงวัวเนื้อ และ ๒ ประเทศนี้ส่งเนื้อวัวออกจำหน่ายต่างประเทศมากเป็นอันดับที่หนึ่ง และที่สองของโลก (อาร์เจนตินาส่งออกจำหน่ายประมาณ ๒๕% และอุรุกวัยประมาณ ๒๐% ของโลก)

ในออสเตรเลียมีการเลี้ยงวัวเนื้อในเขตทุ่งหญ้าเมืองร้อนทางตอนเหนือของทวีป และวัวนมทางชายฝั่งตะวันออกของทวีป ส่วนในนิวซีแลนด์ มีการเลี้ยงวัวนมอยู่มากในคาบสมุทรออคแลนด์ ทางภาคเหนือของเกาะเหนือ

การเลี้ยงวัวในอเมริกาใต้และออสเตรเลีย ได้ก้าวหน้าขึ้นมากตั้งแต่ภายหลังสงครามโลกครั้งที่สองเป็นต้นมา ปัจจุบันประเทศอาร์เจนตินา อุรุกวัย ออสเตรเลีย และนิวซีแลนด์ ส่งเนื้อวัวออกไปจำหน่ายในตลาดโลกรวมกันถึงประมาณ ๗๐% ของโลก นับเป็นแหล่งผลิตที่สำคัญที่สุด

การเลี้ยงวัวในเอเชียและแอฟริกา ในเอเชียนอกจากอินเดียกับปากีสถานแล้ว ประเทศอื่น ๆ มีการเลี้ยงวัวไม่มากนัก การเลี้ยงวัวที่ทำอยู่ในอินเดียกับปากีสถานก็ใช้ประโยชน์ได้น้อย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในอินเดียซึ่งบทบัญญัติทางศาสนาห้ามการบริโภคเนื้อวัว ทำให้การเลี้ยงวัวเป็นไปอย่างปล่อยปละละเลยมาก มีแต่จำนวนแต่ไม่มีคุณภาพ ในประเทศญี่ปุ่นตั้งแต่ภายหลังสงครามโลกครั้งที่สอง ได้มีการเลี้ยงวัวเพิ่มมากขึ้น เพราะพลเมืองนิยมบริโภคเนื้อสัตว์มากขึ้นกว่าแต่ก่อน และการเลี้ยงวัวก็ได้อาศัยอาหารสัตว์ที่สั่งซื้อจากต่างประเทศ

ในแอฟริกา การเลี้ยงวัวก็ไม่ค่อยเจริญนัก แม้ว่าจะมีปริมาณอยู่มาก เป็นการเลี้ยงของชาวพื้นเมือง ที่มุ่งจะเอาแต่จำนวนเป็นเกณฑ์ มีเฉพาะแต่ในสาธารณรัฐแอฟริกาใต้ ที่การเลี้ยงวัวได้รับการส่งเสริมโดยคัดเลือกวัวพันธุ์ดีจากยุโรปมาเลี้ยงในเขตทุ่งหญ้าอบอุ่นในรัฐทรานสวาลและออเรนช์ฟรีสเตต

๒. **การเลี้ยงแกะ** แกะสามารถทนต่ออากาศแห้งแล้งได้ดีกว่าวัว ฉะนั้นจึงมีเลี้ยงกันมากในเขตอากาศค่อนข้างแห้งแล้ง ในออสเตรเลีย สหภาพ

โซเวียต และสหรัฐอเมริกา แต่ในเขตอากาศอบอุ่นที่มีฝนตกปานกลางก็มีการเลี้ยงแกะกันอยู่มาก อย่างเช่นในยุโรป อเมริกาใต้ และแอฟริกาใต้ ในปัจจุบันมีแกะอยู่ทั่วโลกประมาณ ๙๐๐ ล้านตัว ในจำนวนนี้ทวีปออสเตรเลียมีมากที่สุดคือประมาณ ๑๕๐ ล้านตัว รองลงมาคือสหภาพโซเวียต ซึ่งมีอยู่ประมาณ ๑๓๐ ล้านตัว แกะแบ่งออกเป็น ๒ ประเภท คือแกะพันธุ์เนื้อและแกะพันธุ์ขน สำหรับแกะพันธุ์ขนที่มีชื่อมากที่สุด คือ พันธุ์เมอริโน (Merino) ซึ่งมีกำเนิดเดิมอยู่ในแอฟริกาเหนือ แต่ต่อมาได้รับการผสมพันธุ์ให้ดีขึ้น และนำไปเลี้ยงกันในทวีปต่าง ๆ

การเลี้ยงแกะในออสเตรเลียและนิวซีแลนด์ ในออสเตรเลียการเลี้ยงแกะเป็นอาชีพสำคัญของพลเมืองมาตั้งแต่สมัยแรกเริ่มของการตั้งถิ่นฐาน เขตเลี้ยงแกะที่สำคัญ ได้แก่บริเวณทุ่งหญ้าทางภาคตะวันตกของเทือกภูเขา เกรต ดิไวดิง (Great Dividing Range) ในรัฐควีนสแลนด์และนิวเซาธ์เวลส์ ซึ่งแกะที่เลี้ยงในออสเตรเลียส่วนใหญ่เป็นแกะพันธุ์ขน และออสเตรเลียเป็นประเทศที่ผลิตขนแกะออกจำหน่ายมากที่สุดของโลก และส่งเนื้อแกะออกจำหน่ายมากเป็นที่สองรองจากนิวซีแลนด์

ในนิวซีแลนด์การเลี้ยงแกะมีทำอยู่โดยทั่วไป ทั้งในเกาะเหนือและเกาะใต้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในบริเวณที่ราบแคนเทอเบอรี (Canterbury Plain) ทางภาคตะวันออกของเกาะใต้ มีชื่อเสียงมากในการเลี้ยงแกะพันธุ์เนื้อ นิวซีแลนด์ส่งเนื้อแกะออกจำหน่ายมากที่สุด และส่งขนแกะมากเป็นที่สองรองจากออสเตรเลีย

การเลี้ยงแกะในอเมริกาใต้ ในทวีปอเมริกาใต้มี ๒ ประเทศที่มีความสำคัญในการเลี้ยงแกะ คือประเทศอาร์เจนตินาและอุรุกวัย และเลี้ยงกันในเขตทุ่งหญ้าเช่นเดียวกับเขตเลี้ยงวัว อาร์เจนตินาก็เป็นประเทศที่ส่งขนแกะออกจำหน่ายมากเป็นที่สามของโลก รองจากออสเตรเลียและนิวซีแลนด์

การเลี้ยงแกะในแอฟริกา ในทวีปแอฟริกามีอยู่ ๒ เขตที่มีการเลี้ยงแกะอยู่มาก คือในแอฟริกาตะวันตกเฉียงเหนือ ในประเทศตูนีเซีย แอลจีเรีย และโมร็อกโกเขตหนึ่ง กับในสาธารณรัฐแอฟริกาใต้อีกเขตหนึ่ง ส่วนใหญ่เป็นแกะพันธุ์ขน

การเลี้ยงแกะในยุโรป ในสมัยโบราณการเลี้ยงแกะมีทำกันกว้างขวางมากในทวีปยุโรป แต่ปัจจุบันมีลดน้อยลง เพราะสามารถซื้อขนแกะและเนื้อแกะจากทวีปอื่นได้สะดวก การเลี้ยงแกะจึงคงมีทำกันอยู่มากในบางเขต อย่างเช่นตามภูเขาในเกาะบริเตนใหญ่ ในคาบสมุทรไอบีเรีย และคาบสมุทรบอลข่าน เป็นต้น ส่วนมากมักจะเลี้ยงแกะพันธุ์เนื้อ เพราะหาตลาดจำหน่ายได้ง่าย

การเลี้ยงแกะในสหรัฐอเมริกา ในสหรัฐอเมริกามีการเลี้ยงแกะในบริเวณทุ่งหญ้าทางภาคตะวันตกของแม่น้ำมิสซิสซิปปี โดยเฉพาะอย่างยิ่งในมลรัฐเทกซัส ซึ่งมีการเลี้ยงแกะหนาแน่นกว่าเขตอื่น ๆ ของประเทศ การเลี้ยงแกะในสหรัฐอเมริกาไม่ค่อยมีความสำคัญมากนัก และสหรัฐอเมริกาต้องซื้อขนแกะจากต่างประเทศประมาณ ๗๐ % ของที่ต้องใช้ทั้งหมดภายในประเทศ และเนื้อแกะก็ซื้อบ้างเล็กน้อย

การเลี้ยงแกะในเอเชีย เขตเลี้ยงแกะในทวีปเอเชียมีอยู่ในภาคตะวันตกเฉียงใต้ของทวีป เช่นในอิหร่าน อิรัก และตุรกี นอกจากนี้ยังมีเลี้ยงอยู่ในอินเดีย และจีน โดยมากแกะที่เลี้ยงในเอเชียเป็นพันธุ์ขนที่มีคุณภาพไม่สู้ดีนัก ให้ขนที่เป็นปุยสั้น ๆ และหยาบ ใช้ทอผ้าขนสัตว์ชนิดเลว หรือทอพรม

๓. **การเลี้ยงหมู** หมูเป็นสัตว์ที่ไม่กินหญ้าเหมือนวัวหรือแกะ แต่เติบโตด้วยอาหารจำพวกแป้ง เนื้อสัตว์ ตลอดจนพืชและเศษอาหารต่าง ๆ เป็นสัตว์ที่เลี้ยงง่าย เติบโตเร็ว และไม่ต้องใช้เนื้อที่เลี้ยงมาก เขตเลี้ยงหมูที่สำคัญของโลกมี ๔ แห่ง คือ ยุโรป สหรัฐอเมริกา บราซิล และจีน

การเลี้ยงหมูในยุโรป ในทวีปยุโรปการเลี้ยงหมูมีทำกันแพร่หลายมาก และใช้ข้าวบาเลย์ ข้าวโพด มันฝรั่ง หางน้ำนม ตลอดจนผลไม้เปลือกแข็งจากต้นโอ๊ค (acorn) เป็นอาหารเลี้ยง ในฝรั่งเศส เยอรมนี โปแลนด์ เดนมาร์ก และเนเธอร์แลนด์ มักเลี้ยงหมูด้วยข้าวบาเลย์ มันฝรั่ง และหางน้ำนม ส่วนในยูโกสลาเวีย รูเมเนีย บัลแกเรีย นิยมเลี้ยงด้วยข้าวโพด และในสเปน โปรตุเกส นิยมเลี้ยงด้วยผลไม้เปลือกแข็งจากต้นโอ๊คและข้าวโพด ประเทศที่มีชื่อในการทำหมูเบคอน และหมูแฮมส่งออกจำหน่ายในตลาดโลก คือประเทศเดนมาร์ก

การเลี้ยงหมูในสหรัฐอเมริกา สหรัฐอเมริกาเลี้ยงหมูจำนวนมากเกือบเท่า ๆ กับจีน คือประมาณ ๕๐ ล้านตัว ส่วนใหญ่เลี้ยงในเขตปลูกข้าวโพด (Corn belt) ซึ่งอยู่ในมลรัฐไอโอวา เนบราสกา อิลลินอยส์ และอินเดียนา และใช้ข้าวโพดเลี้ยงเป็นส่วนมาก

การเลี้ยงหมูในบราซิล ตามชายฝั่งตะวันออกของประเทศบราซิล ก็มีการเลี้ยงหมูในเขตที่มีการปลูกข้าวโพด และบราซิลเป็นประเทศที่มีการเลี้ยงหมูมากที่สุดในทวีปอเมริกาใต้

การเลี้ยงหมูในจีน จีนได้ชื่อว่ามีการเลี้ยงหมูมากกว่าประเทศอื่น ๆ ทั้งหมด คือมีอยู่ประมาณ ๖๐ ล้านตัว หรือประมาณ ๑๘% ของโลก การเลี้ยงหมูในจีนทำกันตามบ้าน ไม่ได้เลี้ยงในฟาร์มใหญ่ ๆ อย่างในประเทศอื่น และใช้เศษอาหารเลี้ยง ซึ่งหมูที่เลี้ยงด้วยเศษอาหาร มักจะอ้วนมีมันมาก ขายได้ราคาต่ำกว่าหมูที่เลี้ยงด้วยอาหารอย่างอื่น แต่ก็เสียค่าใช้จ่ายน้อยมาก

การประมง

การประมงหมายถึงการจับสัตว์น้ำทุกประเภท เช่น ปลา กุ้ง หอย ปู ปลาวาฬ ตลอดจนการล่าแมวน้ำ และการงมฟองน้ำ แต่ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจมากที่สุดก็คือการจับปลาชนิดต่าง ๆ

การประมงนั้นมีทำกันทั้งในเขตน้ำจืดและน้ำเค็ม การประมงน้ำจืดก็ได้แก่การประมงในแม่น้ำลำคลอง หนองบึง หรือทะเลสาบ ส่วนการประมงน้ำเค็มได้แก่การประมงที่ทำกันในทะเลและมหาสมุทร ถ้าพิจารณาจากปริมาณสัตว์น้ำที่จับได้แล้ว จะเห็นได้ว่าการประมงน้ำเค็มมีความสำคัญกว่าการประมงน้ำจืดมาก เพราะสัตว์น้ำที่จับได้จากทะเลและมหาสมุทรมีมากกว่าสัตว์น้ำที่จับได้จากแม่น้ำลำคลอง หนองบึง และทะเลสาบ ถึง ๔ เท่า

แต่เดิมมาการประมงน้ำเค็มได้อาศัยการจับปลาริมชายฝั่งทะเลอย่างเดียว เพราะเครื่องมือจับปลาและเรือประมงยังไม่ทันสมัย จึงไม่สามารถออกไปจับปลาไกลจากฝั่งมากนักได้ การประมงจึงมักจะทำกันเป็นอาชีพเล็ก ๆ น้อย ๆ สำหรับยังชีพ แต่ในปัจจุบันกิจการประมงในบางประเทศได้ก้าวหน้าขึ้นอย่างมาก และดำเนินการเป็นบริษัทใหญ่ ๆ มีการลงทุนมาก ต่อเรือขนาดใหญ่

มีเครื่องมือจับปลาที่ทันสมัย อย่างเช่นการใช้เรดาร์ค้นหาฝูงปลา ตลอดจนบางทีก็มีเครื่องจักรติดตั้งในเรือ ทำปลาและกุ้งที่จับได้ให้เป็นอาหารกระป๋องสำเร็จรูป ฉะนั้นเรือประมงในปัจจุบันจึงสามารถออกไปจับปลาในระยะทางไกลจากฝั่งมากขึ้น และบางทีก็เดินทางไปเป็นแรมเดือนกว่าจะกลับมายังเมืองท่าของตน อย่างเช่นเรือประมงของญี่ปุ่น ซึ่งนอกจากจะจับปลาในเขตน่านน้ำของประเทศญี่ปุ่นแล้ว ยังออกไปจับปลาในทะเลจีนใต้ มหาสมุทรอินเดีย และมหาสมุทรแอตแลนติกด้วย ประเทศที่มีความสำคัญในการประมงในขณะนี้จึงต้องสามารถแข่งขันกับประเทศอื่น ๆ ในการใช้อุปกรณ์และวิธีจับปลาที่ทันสมัย

เมื่อประชากรของโลกมีจำนวนเพิ่มขึ้น ความต้องการในการผลิตอาหารเลี้ยงดูประชากรโลกก็เพิ่มมากขึ้นตามส่วน และเนื่องจากพื้นดินมีเนื้อที่จำกัดจึงจำเป็นต้องอาศัยพื้นน้ำเป็นที่ผลิตอาหารด้วย แต่เดิมการประมงก็อาศัยสัตว์น้ำที่แพร่ขยายพันธุ์ขึ้นตามธรรมชาติอย่างเดียว แต่เมื่อมีการจับสัตว์น้ำมาบริโภคมากขึ้น ก็ทำให้การขยายแพร่พันธุ์ของปลาและสัตว์น้ำอย่างอื่น ๆ เป็นไปไม่ทันกับจำนวนที่ถูกจับไปบริโภค ทำให้มีจำนวนลดน้อยลง ด้วยเหตุนี้ จึงได้มีการส่งเสริมให้มีการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำมากขึ้น ตลอดจนมีการควบคุมป้องกันโดยวิธีการต่าง ๆ ในอันที่จะมิให้มีการจับสัตว์น้ำมากเกินไป จนอาจเกิดการขาดแคลนขึ้นได้ อย่างเช่นมีการกำหนดจำนวนโควต้าการจับปลาวาฬ มีการนำไข่ปลาบางชนิดมาฟักให้เป็นตัวแล้วจึงปล่อยลงแม่น้ำลำคลองหรือทะเล เพื่อช่วยให้ปลาขยายพันธุ์ได้มากขึ้น มีการกำหนดห้ามมิให้ใช้เครื่องมือบางชนิดจับปลา ที่จะก่อให้เกิดอันตรายแก่พันธุ์ปลา อย่างเช่นการใช้วัตถุระเบิด กระแสไฟฟ้าหรือสารเคมี จับปลา เป็นต้น นอกจากนี้ ยังมีการศึกษาค้นคว้าทางด้านสมุทรศาสตร์ เพื่อให้ทราบถึงถิ่นที่อยู่อาศัยของปลา และธรรมชาติของสัตว์น้ำชนิดต่าง ๆ อันจะทำให้สามารถจับสัตว์น้ำได้ปริมาณมากขึ้น

ลักษณะธรรมชาติที่เหมาะสมสำหรับเขตการประมงที่สำคัญ เขตการประมงที่สำคัญในที่ต่าง ๆ ของโลกนั้น ถ้าพิจารณาดูจะเห็นได้ว่ามีลักษณะสภาพแวดล้อมธรรมชาติที่คล้ายคลึงกันบางอย่าง คือ

๑. **เป็นเขตน้ำตื้น** เขตการประมงที่สำคัญมักตั้งอยู่ในบริเวณที่เป็นไหล่-

ทวีป ซึ่งเป็นท้องทะเลตื้นที่มีน้ำลึกไม่เกิน ๑๐๐ ฟาธอม (๑๘๐ เมตร) ในทะเลที่ลึกมากไม่ค่อยมีสัตว์น้ำอาศัยอยู่มากนัก การที่แหล่งการประมงมักตั้งอยู่ในเขตน้ำตื้น ก็เนื่องจากความเหมาะสมดังต่อไปนี้ คือ

ก. ในเขตน้ำตื้น แสงแดดสามารถส่องทะลุพื้นผิวน้ำลงไปจนถึงก้นทะเล และทำให้พืชและสัตว์จำพวกแพลงก์ตอนเจริญเติบโตได้ดี ซึ่งก็จะเป็นอาหารของปลาที่อยู่อาศัยในแถบนั้น

ข. ในเขตน้ำตื้น อินทรีย์วัตถุต่าง ๆ เช่น ซากพืชและซากสัตว์ที่เน่าเปื่อยและทับถมกันที่ก้นทะเลนั้น มีโอกาสที่จะนำมาใช้ประโยชน์เป็นอาหารของสัตว์น้ำได้ ผิดกับในท้องทะเลลึก ที่อินทรียวัตถุเหล่านั้นเมื่อตกจมลงไปที่ก้นทะเลแล้ว จะอยู่ลึกเกินกว่าที่สัตว์น้ำจะนำมาใช้ประโยชน์ได้

ค. ในเขตน้ำตื้น ซึ่งอยู่ใกล้ชายฝั่ง มีโอกาสได้รับอินทรียวัตถุ เช่น ซากพืชและซากสัตว์ ที่แม่น้ำลำธารนำพามาจากพื้นดินลงสู่ทะเล และใช้ประโยชน์เป็นอาหารของสัตว์น้ำได้

จากการพิจารณาดูที่ตั้งของแหล่งการประมงที่มีความสำคัญของโลก จะเห็นได้ว่ามีอยู่หลายแห่งที่ตั้งอยู่ในเขตที่เรียกว่า แบงก์ **(Bank)** เช่นแกรนด์แบงก์ ดอกเกอร์แบงก์ คูริลแบงก์ เป็นต้น แบงก์ก็คือส่วนของท้องทะเลที่มีน้ำตื้นมากเป็นพิเศษ เกิดจากเนินที่ตั้งอยู่ในบริเวณไหล่ทวีป ตัวอย่าง เช่น แกรนด์แบงก์ ซึ่งตั้งอยู่ทางตะวันออกของเกาะนิวฟันด์แลนด์ มีความลึกประมาณ ๒๐ – ๑๐๐ ฟุต เท่านั้น และดอกเกอร์แบงก์ ซึ่งอยู่ในทะเลเหนือ มีความลึกประมาณ ๔๐ – ๑๖๐ ฟุต

๒. **เป็นเขตที่มีกระแสน้ำอุ่นบรรจบกับกระแสน้ำเย็น** เขตที่มีกระแสน้ำอุ่นบรรจบกับกระแสน้ำเย็น ก็มักจะเป็นเขตที่มีสัตว์น้ำอาศัยอยู่ชุกชุม ทั้งนี้เนื่องจากว่าแพลงก์ตอน ซึ่งเป็นอาหารของปลานั้น เจริญเติบโตได้ดีในน้ำทะเลที่มีอุณหภูมิไม่สูงนัก และถูกนำพามากับกระแสน้ำเย็น เข้ามาในเขตกระแสน้ำอุ่นที่มีปลาอาศัยอยู่ นอกจากนี้ การที่กระแสน้ำ ๒ ชนิดมาบรรจบกัน และมีความแน่นของน้ำไม่เท่ากัน ยังทำให้เกิดการหมุนเวียนของน้ำในระดับตั้งฉาก ทำให้อินทรียวัตถุที่ตกจมอยู่ที่ก้นทะเลถูกน้ำนำพาขึ้นมาในระดับชั้นบน และ

เป็นประโยชน์ต่อแพลงก์ตอนด้วย

เขตการประมงที่สำคัญของโลก นอกจากจะอาศัยความเหมาะสมทางสภาพธรรมชาติดังกล่าวมาแล้ว เขตการประมงที่สำคัญของโลกยังตั้งอยู่ในน่านน้ำใกล้ฝั่งของประเทศที่มีความก้าวหน้าในด้านการประมงด้วย เพราะตามกฎหมายระหว่างประเทศนั้น ได้สงวนสิทธิ์การประมงในเขตน่านน้ำชายฝั่งของแต่ละประเทศ ซึ่งพลเมืองประเทศอื่นจะล่วงล้ำเข้าไปไม่ได้ ฉะนั้นถึงแม้ว่าในบางเขตอาจจะมีปลาอยู่ชุกชุม แต่ถ้าพลเมืองของประเทศนั้นยังไม่มีความรู้ความสามารถในการประมง ก็ไม่ทำให้เขตนั้นมีความสำคัญทางด้านการประมงขึ้นได้ ประเทศที่มีความสำคัญในการประมง จับปลาได้เป็นจำนวนมาก โดยมากมักจะเป็นประเทศที่ก้าวหน้าทางด้านเศรษฐกิจ สามารถลงทุนต่อเรือหรือสร้างอุปกรณ์ที่ใช้ในการประมงได้มาก และก็มักจะเป็นประเทศที่ประสบปัญหาในการผลิตอาหารเลี้ยงดูพลเมืองด้วย เช่น มีเนื้อที่เพาะปลูกน้อย เพราะเป็นที่สูงหรือมีอากาศหนาว หรือมีพลเมืองอยู่หนาแน่นมาก ทำให้เกิดความจำเป็นในอันที่จะต้องแสวงหาอาหารจากท้องทะเลมาเพิ่มเติม ตัวอย่างเช่น ประเทศญี่ปุ่น สหราชอาณาจักร นอรเว ไอซแลนด์ เป็นต้น

เขตการประมงที่สำคัญของโลก มีอยู่ ๖ เขต ดังนี้ คือ

๑. **น่านน้ำชายฝั่งไซบีเรีย จีน และญี่ปุ่น** ซึ่งอยู่ทางด้านตะวันตกของมหาสมุทรแปซิฟิกเหนือ เขตนี้แต่เดิมชาวประมงญี่ปุ่นเกือบจะผูกขาดการจับปลา แต่ตั้งแต่ภายหลังสงครามโลกครั้งที่สองเป็นต้นมา สหภาพโซเวียตและจีนได้กำหนดเขตหวงห้ามในน่านน้ำของตน ทำให้ชาวญี่ปุ่นถูกจำกัดสิทธิ์ในการเข้าไปจับปลาตามชายฝั่งไซบีเรียและจีน ในเขตนี้สัตว์น้ำที่จับได้มากคือ ปลาคอด ปลาแฮริง ปลาแซมมอน และปู

๒. **น่านน้ำชายฝั่งยุโรปตะวันตก** ในทะเลเหนือ ทะเลบอลติก และชายฝั่งของเกาะไอซแลนด์ ก็เป็นเขตการประมงที่สำคัญมากอีกแห่งหนึ่ง โดยเฉพาะอย่างยิ่งที่มีชื่อเสียงมากคือ ดอกเกอร์แบงก์ ซึ่งอยู่ระหว่างเกาะบริเตนใหญ่กับนอรเว ประเทศต่าง ๆ ที่ตั้งอยู่ในยุโรปตะวันตก มีความสำคัญในการประมงอยู่มาก ได้แก่ สหราชอาณาจักร นอรเว เนเธอร์แลนด์ เดนมาร์ก

เยอรมันตะวันตก ฝรั่งเศส และสเปน มีการจับปลาคอด แฮริง และปลาแฮดดอก เป็นส่วนใหญ่

๓. **น่านน้ำชายฝั่งตะวันออกของสหรัฐอเมริกาและแคนาดา** ชายฝั่งมหาสมุทรแอตแลนติกเหนือของสหรัฐอเมริกาและแคนาดา ตั้งแต่เกาะนิวฟันด์-แลนด์ จนถึงแหลมฟลอริดา มีการจับปลาคอด ปลาแฮริงและกุ้งทะเล มีศูนย์กลางสำคัญคือ แกรนด์แบงก์ ซึ่งเป็นบริเวณที่กระแสน้ำอุ่นกัลฟสตรีมและกระแสน้ำเย็นแลบราดอร์ไหลมาบรรจบกัน

๔. **น่านน้ำชายฝั่งตะวันตกของสหรัฐอเมริกาและแคนาดา** ทางชายฝั่งมหาสมุทรแปซิฟิกเหนือของสหรัฐอเมริกาและแคนาดา ตั้งแต่มลรัฐอะแลสกาจนถึงมลรัฐแคลิฟอร์เนีย มีความสำคัญในการจับปลาคอด ปลาทูนา และปลาแซมมอน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ปลาแซมมอนนับว่าเป็นสินค้าที่สำคัญของอะ-แลสกาและแคนาดา ซึ่งปลาชนิดนี้เมื่อถึงฤดูวางไข่ จะว่ายเข้ามาตามแม่น้ำสายต่าง ๆ ที่มีอยู่มากทางชายฝั่ง

๕. **น่านน้ำชายฝั่งของประเทศเปรู** ประเทศเปรูในทวีปอเมริกาใต้ นับว่ามีความสำคัญในการประมงอยู่มาก และมีการจับปลาในเขตทะเลตื้นชายฝั่งมหาสมุทรแปซิฟิก ประมาณละติจูดที่ ๕ ถึง ๒๐ องศาใต้

๖. **น่านน้ำทะเลเมดิเตอร์เรเนียนและทะเลดำ** ในทะเลเมดิเตอร์เรเนียนมีการจับปลาซาร์ดีน และปลาไหล เป็นสัตว์น้ำสำคัญ ส่วนในทะเลดำและทะเลสาบแคสเปียน ที่เป็นสินค้าสำคัญคือปลาสเตอร์เจียน ซึ่งไข่ของปลาชนิดนี้ เรียกว่า ไข่ปลาคาเวียร์ เป็นที่นิยมกันมากในยุโรปและสหรัฐอเมริกา

การทำป่าไม้

การทำป่าไม้หมายถึงการตัดชักลากไม้มาใช้ประโยชน์ต่าง ๆ เช่น ใช้ในการก่อสร้าง เป็นวัตถุดิบของอุตสาหกรรม เป็นเชื้อเพลิง ตลอดจนการนำผลิตผลบางชนิดจากป่าไม้มาใช้ประโยชน์ อย่างเช่น ยางไม้ เปลือกไม้ หวาย เป็นต้น

การทำป่าไม้มีวิธีการแตกต่างกันอยู่บ้างตามที่ต่าง ๆ บางเขตก็ใช้แรงงานคนตัดและชักลากไม้ บางแห่งก็ใช้สัตว์พาหนะช่วย เช่น ใช้ช้างชักลากซุงและบางแห่งก็ใช้วิธีการที่ทันสมัย เช่นใช้เลื่อยไฟฟ้า ใช้รถแทรกเตอร์ชักลาก

ไม้ เป็นต้น ในเขตอากาศหนาวนิยมตัดไม้ในฤดูหนาว เมื่อตัดเสร็จแล้วก็ชักลากไม้มากองไว้บนแม่น้ำลำธารที่เป็นน้ำแข็ง พอถึงฤดูร้อนน้ำแข็งละลาย ก็พาซุงล่องลงมาตามลำน้ำ แต่ในเขตมรสุมนิยมตัดไม้ในฤดูแล้ง เพราะเข้าไปชักลากได้ง่าย เมื่อตัดเสร็จแล้วก็ชักลากมากองไว้ที่แม่น้ำลำธาร และล่องมาตามลำน้ำเช่นกัน การขนส่งโดยทางบกอาจจะทำกันในระยะทางสั้น ๆ เพราะเสียค่าใช้จ่ายสูงกว่าการล่องซุงลงมาตามลำน้ำ ฉะนั้นการขนส่งทางน้ำจึงเป็นวิธีที่สะดวกและเสียค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด

ในสมัยก่อน การทำป่าไม้ได้กระทำกันอย่างไม่ระมัดระวังมากนัก มีการตัดไม้มาใช้เป็นจำนวนมาก และไม่ได้ปลูกขึ้นใหม่ชดเชย ฉะนั้น จึงปรากฏว่าป่าไม้ถูกทำลายมีลดน้อยลงไปมาก นอกจากจะเป็นผลเสียในการผลิตไม้ได้น้อยลงไปแล้ว ยังมีผลเสียในด้านอื่น ๆ อีก โดยเฉพาะอย่างยิ่ง คือการที่ดินเกิดการพังทลายขาดความอุดมสมบูรณ์ไป เพราะป่าไม้นั้นช่วยรักษาความอุดมสมบูรณ์ของดินและยึดดินเอาไว้ เวลาที่ฝนตกลงมา ก็ซึมลงไปในดินได้ง่ายขึ้น ทำให้น้ำไหลไม่แรง และไม่ชะเอาดินผิวหน้าไป แต่เมื่อป่าไม้ถูกทำลายไปแล้วพื้นที่ปราศจากต้นไม้ปกคลุม ก็เกิดความแห้งแล้งกันดาร เวลาฝนตก ฝนจะชะล้างดินไปทีละเล็กละน้อย ในที่สุดก็ใช้ที่ดินนั้นเพาะปลูกไม่ได้ ป่าไม้จึงนับว่ามีประโยชน์อยู่มาก

ประเทศต่าง ๆ ในปัจจุบันได้พยายามหาวิธีการต่าง ๆ ที่จะควบคุมรักษาป่าไม้ให้อยู่ในสภาพที่ดี บางแห่งก็จัดไว้เป็นป่าสงวน ไม่ให้คนเข้าไปตัดชักลากไม้ บางแห่งก็อนุญาตให้ทำป่าไม้ได้ แต่ต้องปลูกต้นไม้ขึ้นชดเชยที่ตัดไป นอกจากนี้ ยังมีวิธีการต่าง ๆ เช่น การป้องกันไฟไหม้ป่า การป้องกันแมลงและเชื้อโรคของต้นไม้ เป็นต้น ประเทศที่มีความสำคัญในการทำป่าไม้ในปัจจุบันโดยมาก จึงเป็นประเทศที่เอาใจใส่ในด้านการทำนุบำรุงป่าไม้ อย่างเช่นประเทศแคนาดา นอรเว ญี่ปุ่น บางประเทศแม้จะมีอาณาเขตกว้างใหญ่ แต่ก็ไม่มีความสำคัญในการทำป่าไม้ เพราะป่าไม้ที่มีอยู่ถูกทำลายไปเกือบหมดแล้ว อย่างเช่นในประเทศอินเดีย และสาธารณรัฐประชาชนจีน ซึ่งทั้งสองประเทศนั้นต่างก็ผลิตไม้ได้น้อยกว่าประเทศญี่ปุ่น ทั้ง ๆ ที่ญี่ปุ่นมีขนาดเล็กกว่ามาก

เขตป่าไม้ที่สำคัญของโลก ป่าไม้แบ่งออกเป็นหลายประเภท ในเขตเมืองร้อน มีป่าไม้ทึบเขตศูนย์สูตรที่เรียกว่า **ป่าดิบ** ซึ่งอยู่ในเขตที่มีฝนตกชุกมากตลอดทั้งปี และ **ป่าโปร่ง** ซึ่งอยู่ในเขตที่มีฝนตกปานกลาง หรือมีฤดูแล้งสลับ ส่วนในเขตอากาศอบอุ่น และเขตหนาวเย็นนั้น มีป่าไม้ ๓ ประเภท คือ **ป่าไม้ผลัดใบ** อยู่ในเขตที่มีฤดูหนาวสั้น ๆ **ป่าไม้สน** อยู่ในเขตที่มีฤดูหนาวยาวนาน และ **ป่าไม้ผสม** ซึ่งอยู่ในเขตระหว่างป่าไม้ผลัดใบกับป่าไม้สน ในบรรดาป่าไม้ประเภทต่าง ๆ ดังกล่าวนี้ ที่นับว่ามีความสำคัญทางเศรษฐกิจ ก็ได้แก่ป่าโปร่งในเขตเมืองร้อน ป่าไม้ผลัดใบ และป่าไม้สนในเขตอบอุ่นและเขตหนาว สำหรับป่าดิบไม่ค่อยมีความสำคัญ เพราะการเข้าไปตัดชักลากไม้ทำได้ลำบาก เนื่องจากป่าไม้ขึ้นทึบมาก และไม่ค่อยมีเส้นทางคมนาคมที่จะนำไม้ออกมาจำหน่ายสู่ตลาด

ก. **ป่าไม้เมืองร้อน** เขตป่าไม้เมืองร้อนที่สำคัญ ได้แก่

๑. **ป่าไม้ในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้** ในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้มีป่าไม้อยู่มากในสหภาพพม่า ไทย สหพันธ์มาเลเซีย ฟิลิปปินส์ และอินโดนีเซีย ผลิตผลจากป่าที่ส่งออกจำหน่ายจากเขตนี้ ได้แก่ ไม้สัก ไม้ยาง หวาย ครั่ง กำยาน เปลือกต้นซิงโคนา โดยเฉพาะไม้สักนับว่าเป็นผลิตผลที่สำคัญของป่าไม้เมืองร้อน ที่ได้รับความนิยมมากในตลาดโลก เนื่องจากมีคุณสมบัติดีอยู่หลายอย่าง เช่น มีน้ำมันในเนื้อไม้ที่รักษาไม้ให้คงทนต่อแมลงและต่อน้ำ และเนื้อไม้ไม่แข็งมากนัก ตกแต่งได้ง่าย

๒. **ป่าไม้ในแอฟริกาตะวันตก** ชายฝั่งอ่าวกินีในแอฟริกาตะวันตกนับเป็นแหล่งป่าไม้เมืองร้อนที่สำคัญอีกแห่งหนึ่งของโลก มีไม้ที่มีค่าทางเศรษฐกิจ คือ ไม้มะฮอกกานี และไม้มะเกลือ (ebony)

๓. **ป่าไม้ในอเมริกากลาง และบราซิล** ในอเมริกากลางและในประเทศบราซิล มีป่าไม้เมืองร้อนที่ตัดนำมาใช้ประโยชน์ได้มาก และมีผลิตผลบางชนิดที่ส่งออกจำหน่ายในตลาดโลก ได้แก่ไม้มะฮอกกานี ไม้ซีดาร์ ผลไม้เปลือกแข็งที่เรียกว่า บราซิลนัท (Brazil nut) ฝาดที่สกัดจากเปลือกไม้บางชนิด เช่น จากต้นไม้ตระกูลคะบราโค (quebracho) ยางไม้บางชนิด เช่น ยาง

ชิเชิล (chicle) ที่นำมาใช้ทำหมากฝรั่ง

ข. **ป่าไม้เมืองหนาว** ป่าไม้ในเขตอบอุ่นและเขตหนาวเย็น มีอยู่ในเขตต่าง ๆ ที่สำคัญดังนี้

๑. **ป่าไม้ในภาคเหนือของยุโรป** ในคาบสมุทรสแกนดิเนเวีย และภาคเหนือของโซเวียตรุสเซีย เป็นเขตป่าไม้สนที่สำคัญมากของโลก และผลิตไม้ออกจำหน่ายเป็นไม้กระดาน หรือนำมาบดเป็นเยื่อกระดาษ (wood pulp) ซึ่งนำไปใช้ในการทำกระดาษ ประเทศสวีเดน ฟินแลนด์ นอรเว และสหภาพโซเวียต มีความสำคัญในการส่งไม้และเยื่อกระดาษออกจำหน่ายในตลาดโลกอย่างมาก โดยเฉพาะสวีเดนและฟินแลนด์นั้น ส่งไม้ออกจำหน่ายมากเป็นที่สองและที่สามของโลกรองจากแคนาดา

๒. **ป่าไม้ในแคนาดา** ในส่วนใหญ่ของแคนาดา ก็มีป่าไม้สนอยู่เป็นจำนวนมาก เพราะมีอากาศหนาวเย็นเช่นเดียวกับในภาคเหนือของยุโรป มีต้นสนชนิดต่าง ๆ เช่น ต้นเฟอร์ ต้นไพน์ ต้นสปรูซ ที่เป็นไม้เนื้ออ่อนและนำมาใช้ประโยชน์ในการก่อสร้าง หรือเป็นวัตถุดิบของอุตสาหกรรมทำกระดาษ แต่ละปีแคนาดาส่งผลิตผลจากไม้ออกจำหน่ายต่างประเทศ มีมูลค่าประมาณ ๓ หมื่นล้านบาท นับว่าเป็นสินค้าออกที่ทำรายได้ให้มากที่สุดของประเทศ และแคนาดาก็เป็นประเทศที่ส่งไม้ออกจำหน่ายมากที่สุดด้วย

๓. **ป่าไม้ในสหรัฐอเมริกา** ในสหรัฐอเมริกามีป่าไม้ทั้งประเภทผลัดใบและป่าไม้สน สุดแล้วแต่ลักษณะภูมิประเทศและภูมิอากาศ ทางภาคตะวันออกของประเทศ ส่วนใหญ่เป็นป่าผลัดใบและป่าไม้ผสม มีไม้ผลัดใบซึ่งเป็นไม้เนื้อแข็ง อย่างเช่นต้นโอ๊ค ต้นเอล์ม ต้นบีช กับไม้สนซึ่งเป็นไม้เนื้ออ่อน ส่วนทางภาคตะวันตกของสหรัฐอเมริกา มีไม้สนอยู่มาก เพราะเป็นที่สูง มีอากาศค่อนข้างหนาวเย็น ตามปกติต้นไม้ในเขตเมืองหนาวนั้นมักจะมีขนาดเล็กกว่าต้นไม้เมืองร้อน แต่ในสหรัฐอเมริกามีต้นสนชนิดหนึ่งที่ขึ้นอยู่ในภาคเหนือของมลรัฐแคลิฟอร์เนีย ซึ่งมีขนาดใหญ่มากเป็นพิเศษ อาจกล่าวได้ว่า เป็นต้นไม้ที่มีขนาดใหญ่ที่สุดในโลกในขณะนี้ เรียกว่าต้นซีควอย (sequoia) หรือต้นเรดวูด (redwood) สูงถึง ๓๐๐ ฟุต และลำต้นมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางถึง

๒๐ ฟุต และยังมีต้นดักกลาสเฟอร์ (douglas fir) ที่มีความสูงถึงประมาณ ๒๕๐ ฟุต และมีลำต้นที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ ๖ – ๗ ฟุต สหรัฐอเมริกาผลิตไม้ได้มาก แต่ก็มีปริมาณการใช้มากเหมือนกัน เพราะฉะนั้นจึงต้องซื้อไม้เพิ่มเติมจากแคนาดาปีละมาก ๆ

๔. **ป่าไม้ในยุโรปตะวันตก และยุโรปกลาง** ในยุโรปตะวันตกและยุโรปกลาง มีประเทศที่มีความสำคัญในการทำป่าไม้ คือ ฝรั่งเศส เบลเยียม เยอรมนี สวิส ออสเตรีย และโปแลนด์ โดยมากเป็นไม้ผลัดใบ แต่ในเขตภูเขาก็มีไม้สนอยู่ด้วยมาก ป่าไม้ในยุโรปตะวันตกและยุโรปกลางได้ลดความสำคัญลงไปกว่าแต่ก่อนมาก เนื่องจากมีพลเมืองอยู่หนาแน่นมาก ป่าไม้ถูกแผ้วถางใช้เนื้อที่ทำการเพาะปลูกและเลี้ยงสัตว์เกือบหมด

๕. **ป่าไม้ในญี่ปุ่น** ญี่ปุ่นเป็นประเทศเดียวในทวีปเอเชียที่ผลิตไม้ได้เป็นจำนวนมาก ถ้าหากไม่รวมสหภาพโซเวียต ทั้งนี้เนื่องจากการส่งเสริมของรัฐบาลญี่ปุ่นในการปลูกต้นสน และต้นไผ่ ที่ให้ผลเร็ว และญี่ปุ่นส่งกระดาษเป็นสินค้าออกสำคัญในประเภทผลิตผลจากไม้

การทำเหมืองแร่

การทำเหมืองแร่ คือ การนำแร่ที่มีอยู่ในหินเปลือกโลกมาจำหน่ายเป็นสินค้า โดยใช้วิธีการต่าง ๆ ที่จะสกัดแร่นั้น ๆ ออกมาจากหินเปลือกโลก อาจจะต้องเจาะขุดเป็นอุโมงค์ลึกลงไปจนถึงชั้นหินที่มีแร่ หรืออาจจะขุดจากพื้นผิวดินตื้น ๆ ก็ได้ เหมืองแร่บางแห่งอย่างเช่นเหมืองถ่านหินในทวีปยุโรป หรือเหมืองทองคำในแอฟริกาใต้ ต้องขุดลึกลงไปตั้งหลาย ๆ พันเมตรจากพื้นผิวดิน แต่เหมืองแร่เหล็กที่ชายฝั่งทะเลสาบซูพีเรียในสหรัฐอเมริกา และเหมืองแร่ดีบุกในภาคใต้ของไทย เป็นเหมืองบนผิวดินที่มีแร่ปะปนอยู่กับกรวด หิน ดิน ทราย ในระดับไม่ลึกนักและขุดได้ง่ายกว่า

แร่ที่นำมาใช้ประโยชน์นั้นมีอยู่มากมายหลายชนิด อาจแบ่งออกได้เป็น ๓ ประเภทใหญ่ ๆ คือ

๑. **แร่เชื้อเพลิง** เป็นแร่ประเภทที่นำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงให้พลังงานและความร้อน ซึ่งมีที่สำคัญ คือ ถ่านหิน น้ำมัน และก๊าซธรรมชาติ นอกจากนี้

ยังมีแร่กัมมันตภาพรังสี ที่ปัจจุบันได้นำมาสร้างพลังงานปรมาณู เช่น ยูเรเนียมด้วย

๒. **แร่โลหะ** เป็นแร่จำพวกโลหะต่าง ๆ ได้แก่เหล็ก ทองแดง อลูมิเนียม ทองคำ เงิน ตะกั่ว สังกะสี ดีบุก เป็นต้น

๓. **แร่อโลหะ** เป็นแร่ที่ไม่จัดว่าเป็นโลหะ ได้แก่เกลือแร่ชนิดต่าง ๆ เช่น โปตัสเซียม ไนเตรท เกลือธรรมดา กำมะถัน ตลอดจนหินก่อสร้างบางชนิด อย่างเช่นหินอ่อน หินแกรนิต เป็นต้น

แร่ประเภทต่าง ๆ ดังกล่าวข้างต้นนี้มีกำเนิดและพบอยู่ในหินเปลือกโลกในลักษณะต่าง ๆ กัน ซึ่งอาจแบ่งออกได้เป็น ๓ ประเภทตามลักษณะกำเนิดของแร่ คือ

๑. **แร่ที่มีลักษณะเป็นลำหรือเป็นสาย** แร่ชนิดนี้เกิดจากหินอัคนีไหลแทรกขึ้นมาในหินเปลือกโลกเดิม เมื่อหินอัคนีเย็นตัวลง ก็เกิดมีแร่ชนิดต่าง ๆ จับตัวกันเป็นลำ หรือเป็นสายแทรกอยู่ในหินเปลือกโลก แร่ที่มักพบอยู่ในลักษณะนี้ก็ได้แก่ ตะกั่ว สังกะสี ดีบุก ทองแดง ทองคำ เงิน มังกานิส เป็นต้น

๒. **แร่ที่มีลักษณะเป็นชั้น** แร่บางชนิดก็พบในลักษณะเป็นชั้นแทรกอยู่ในหินเปลือกโลก อาจจะเป็นเพียงชั้นบาง ๆ หรือเป็นชั้นหนาก็ได้ แสดงให้เห็นว่าแร่ชนิดนี้เกิดจากการทับถม หรือการตกตะกอนของสารที่ประกอบเป็นแร่นั้นขึ้น ตัวอย่างเช่นถ่านหินและเกลือแร่ชนิดต่าง ๆ น้ำมันปิโตรเลียมก็จัดอยู่ในประเภทนี้ เพราะถึงแม้ว่าจะเป็นของเหลวไม่มีลักษณะเป็นชั้น แต่กำเนิดของน้ำมันปิโตรเลียมนั้นก็มีแทรกอยู่ในหินชั้น

๓. **แร่ที่มีลักษณะเป็นก้อน** เป็นแร่ที่มีลักษณะเป็นก้อนขนาดต่าง ๆ ปะปนอยู่กับกรวด หิน ดิน ทราย แสดงว่าแต่เดิมแร่นั้นอาจจะมีกำเนิดเป็นลำหรือเป็นสายหรือเป็นชั้น แต่ต่อมาได้ถูกแม่น้ำลำธารกัดเซาะหินที่มีแร่นั้นทำให้เกิดการแตกสลายผุพัง แร่จึงแตกออกเป็นชิ้นเล็กชิ้นน้อยปะปนอยู่กับกรวดทราย ดินต่าง ๆ แร่ชนิดนี้มักจะพบอยู่ตามบริเวณที่ราบลุ่มแม่น้ำ ตัวอย่างเช่น แร่ดีบุกในภาคใต้ของไทยส่วนมากจัดอยู่ในประเภทนี้ หรืออย่างเช่น

แร่ทองคำ และแร่เพชรในแอฟริกาใต้ ก็มีบางแห่งที่พบอยู่ในลักษณะเช่นนี้

แร่ชนิดต่าง ๆ

ก. แร่เชื้อเพลิง (Fuel minerals) ในที่นี้จะได้นำแร่เชื้อเพลิงที่มีความสำคัญมาก ๓ ชนิดมาอธิบาย คือ ถ่านหิน น้ำมันปิโตรเลียม และก๊าซธรรมชาติ

ถ่านหิน ถ่านหินเป็นแร่เชื้อเพลิงที่มีความสำคัญมากที่สุด และในปัจจุบันพลังงานที่นำมาใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมและอื่น ๆ นั้น ส่วนใหญ่ได้มาจากถ่านหิน ทั้งนี้เนื่องจากถ่านหินเป็นเชื้อเพลิงที่ให้พลังงานความร้อนสูง และยังสามารถนำมาใช้เป็นวัตถุดิบของอุตสาหกรรมเคมีด้วย ประกอบกับมีปริมาณอยู่มาก ทำให้มีราคาไม่แพงนัก คาดคะเนว่าจะมีถ่านหินขุดได้พอใช้กับความต้องการทั่วโลกภายในระยะเวลาอีกถึง ๒—๓ ร้อยปี ถ้าหากอัตราการใช้ถ่านหินยังคงเป็นอยู่ดังในขณะนี้

ถ่านหินเกิดจากการทับถมของซากต้นไม้ ซึ่งถูกอัดแน่นอยู่ในชั้นของหิน เมื่อระยะเวลาผ่านพ้นไปนานมาก ก็ทำให้ซากของต้นไม้นั้นเปลี่ยนสภาพกลายเป็นถ่าน ในทางธรณีวิทยาสันนิษฐานว่า ในยุคที่เกิดถ่านหินนั้นสภาพภูมิอากาศของโลกคงจะเหมาะกับการเกิดป่าไม้ขนาดใหญ่ขึ้น จึงมีซากของต้นไม้ทับถมกันเป็นจำนวนมาก ยุคทางธรณีวิทยาที่เกิดถ่านหินนั้นส่วนใหญ่อยู่ในยุคที่เรียกชื่อว่า คาร์บอนิเฟอรัส (Carboniferous Feriod) ซึ่งมีอายุประมาณ ๒๕๐ ล้านปีมาแล้ว และเนื่องจากถ่านหินเกิดจากการทับถมของซากต้นไม้ ฉะนั้นจึงมีพบอยู่เฉพาะในหินชั้นหรือหินแปรเท่านั้น จะไม่พบอยู่ในหินอัคนีเลย

ถ่านหินที่ขุดนำมาใช้มีคุณภาพแตกต่างกันไปเป็นหลายชนิด บางชนิดก็ให้ความร้อนสูง แต่บางชนิดก็ให้ความร้อนน้อย มีเถ้าถ่านหรือมีควันมาก บางชนิดก็เหมาะสำหรับการสกัดเอาก๊าซมาใช้เป็นเชื้อเพลิง และบางชนิดก็เหมาะสำหรับการถลุงแร่ ถ้าหากจะแบ่งตามประเภทอย่างกว้าง ๆ ถ่านหินมีอยู่ ๓ ประเภท คือ

๑. ถ่านหินบิทูมินัส (Bituminous coal) มีปริมาณอยู่มากที่สุด บางทีก็เรียกกันว่าถ่านหินสีดำ (black coal) เพราะถ่านหินชนิดนี้มีสีดำสนิท เป็นถ่านหินที่ให้ความร้อนสูง ติดไฟได้ไม่ยากนัก มีควันและเถ้าถ่านไม่มาก นำมาใช้

ในการถลุงแร่ เป็นเชื้อเพลิงในโรงงานตลอดจนใช้ตามบ้านเรือนด้วย

๒. **ถ่านหินแอนทราไซต์ (Anthracite)** เป็นถ่านหินที่ให้ความร้อนสูงมากกว่าถ่านหินชนิดอื่น ๆ ทั้งหมด มีความแข็งมาก ลุกติดไฟได้ยากแต่เมื่อติดไฟแล้วให้พลังงานความร้อนสูง ไม่ค่อยมีควันหรือเถ้าถ่านมากนัก ถ่านหินแอนทราไซต์นั้นเกิดจากถ่านหินบิทูมินัสหรือถ่านหินลิกไนต์ ที่ถูกบีบอัดภายใต้ความร้อนและความกดดันสูง อันเนื่องมาจากการเคลื่อนไหวของเปลือกโลก ทำให้ถ่านหินมีความแข็งมากขึ้น ความชื้นและก๊าซที่มีอยู่ในถ่านหินถูกกำจัดออกไป ถ่านหินแอนทราไซต์จึงอาจจัดเป็นหินแปรชนิดหนึ่ง เพราะได้เปลี่ยนแปลงคุณสมบัติไปจากถ่านหินธรรมดา

๓. **ถ่านหินลิกไนต์ (Lignite)** เป็นถ่านหินที่ให้ความร้อนต่ำ มีความชื้นและก๊าซมาก เนื่องจากมีสีน้ำตาล จึงมักเรียกกันว่าถ่านหินสีน้ำตาล **(brown coal)** ถ่านหินลิกไนต์เป็นถ่านหินที่เพิ่งเกิดใหม่มีอายุน้อย จึงยังไม่มีเวลาที่จะเปลี่ยนสภาพเป็นถ่านอย่างสมบูรณ์ อย่างเช่นถ่านลิกไนต์ที่มีอยู่ในประเทศไทย ที่ขุดจากจังหวัดลำปางและจังหวัดกระบี่นั้นมีอายุประมาณ ๑๕–๗๐ ล้านปีมาแล้วในยุคเทอร์เชียรี **(Tertiary Period)** เนื่องจากเป็นถ่านหินที่ให้ความร้อนต่ำ ฉะนั้นถ่านหินลิกไนต์จึงมีประโยชน์น้อย ส่วนมากมักจะใช้เป็นเชื้อเพลิงโรงงานผลิตไฟฟ้า หรือเป็นวัตถุดิบทางอุตสาหกรรมเคมี

แหล่งถ่านหินที่สำคัญ ๆ ของโลกมีดังนี้ คือ

ก. ทวีปยุโรป

๑. **ในเกาะบริเตนใหญ่** มีแหล่งถ่านหินกระจายอยู่หลายแห่งในอังกฤษ เวลส์และสกอตแลนด์ ได้แก่มณฑลนอร์ธัมเบอร์แลนด์และดารัมทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือของอังกฤษ มณฑลคัมเบอร์แลนด์และแลงแคเชียร์ทางภาคตะวันตกเฉียงเหนือของอังกฤษ ภาคกลางของอังกฤษที่เรียกว่ามิดแลนด์ **(Midlands)** ภาคใต้ของเวลส์ และภาคกลางของสกอตแลนด์

๒. **ลุ่มแม่น้ำซังเบรอ–เมอส (Sambre Meuse)** อยู่ทางภาคเหนือของฝรั่งเศสกับภาคกลางของเบลเยียม

๓. **ลุ่มแม่น้ำรูห์ (Ruhr)** อยู่ในมณฑลเวสต์ฟาเลีย ในประเทศเยอรมัน

ตะวันตก นับเป็นแหล่งถ่านหินใหญ่ที่สุดของทวีปยุโรป

๔. **แคว้นซาร์ (Saar)** เป็นดินแดนของเยอรมันตะวันตก ที่อยู่ติดต่อกับฝรั่งเศส

๕. **แคว้นไซลีเซียตอนบน (Upper Silesia)** เป็นดินแดนที่อยู่ทางภาคใต้ของประเทศโปแลนด์ และภาคเหนือของประเทศเชโกสโลวะเกีย

๖. **ลุ่มแม่น้ำดอน (Don)** อยู่ทางตอนใต้ของโซเวียตรุสเซีย ใกล้กับทะเลดำ เป็นแหล่งถ่านหินสำคัญที่สุดของสหภาพโซเวียต

ข. ทวีปอเมริกาเหนือ

๑. **เขตเทือกภูเขาแอปปาเลเชียน** เป็นแหล่งถ่านหินสำคัญที่สุดของสหรัฐอเมริกาและของโลก มีอาณาเขตตั้งแต่มลรัฐเพนซิลเวเนียจนถึงมลรัฐแอละแบมา ผลิตถ่านหินประมาณ ๘๐% ของที่ขุดได้ในสหรัฐอเมริกา

๒. **เขตที่ราบภาคกลางของสหรัฐอเมริกา** ในมลรัฐอิลลินอยส์ อินเดียนา และเคนทักกี

๓. **เขตที่ราบภาคกลางของแคนาดา** ในมณฑลแอลเบอร์ตา มานิโตบา และซาสแกตเชวัน

ค. ทวีปเอเชีย

๑. **ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของคาบสมุทรเดคคาน** ในอินเดีย มีแหล่งถ่านหินสำคัญอยู่ที่รัฐเบงกอล พิหาร และโอริสสา ซึ่งอยู่ทางตะวันออกเฉียงเหนือของคาบสมุทรเดคคาน

๒. **ลุ่มแม่น้ำฮวงโหของจีน** ในภาคเหนือของจีนแถบลุ่มแม่น้ำฮวงโห ซึ่งมีมณฑลเชนสี ชานสี โฮนาน และกานสู ปรากฏว่าเป็นแหล่งถ่านหินที่สำคัญมากที่สุดของทวีปเอเชีย และนับตั้งแต่ภายหลังสงครามโลกครั้งที่สองเป็นต้นมา จีนได้ขุดถ่านหินเป็นจำนวนมากจากแหล่งนี้

๓. **แคว้นแมนจูเรียในจีน** ทางภาคเหนือของจีนในแคว้นแมนจูเรีย มีแหล่งถ่านหินซึ่งขุดได้เป็นจำนวนมากตั้งแต่ก่อนสงครามโลกครั้งที่สอง และปัจจุบันก็ยังผลิตได้มาก

๔. **ไซบีเรีย** ในไซบีเรียของสหภาพโซเวียตมีแหล่งถ่านหินที่เพิ่งค้นพบ

ใหม่หลายแห่ง ที่สำคัญคือบริเวณลุ่มแม่น้ำคุซเนตสก์ (Kuznetsk) ลุ่มแม่น้ำเยนิเซ และลุ่มแม่น้ำลีนา

ง. ทวีปออสเตรเลีย แอฟริกา และอเมริกาใต้

๑. **รัฐนิวเซาธ์เวลส์ในออสเตรเลีย** ชายฝั่งตะวันออกของทวีปออสเตรเลียในรัฐนิวเซาธ์เวลส์ เป็นแหล่งถ่านหินใหญ่ที่สุดของออสเตรเลีย ผลิตได้ประมาณ ๘๐% ของถ่านหินที่ขุดได้จากทวีปนั้น

๒. **รัฐทรานสวาลและนาแตล ในสาธารณรัฐแอฟริกาใต้** เป็นแหล่งถ่านหินสำคัญที่สุดของทวีปแอฟริกา

๓. **ที่ราบสูงบราซิล** ภาคกลางและภาคใต้ของที่ราบสูงบราซิลในทวีปอเมริกาใต้ขุดถ่านหินบิทูมินัส และถ่านหินลิกไนต์ได้ไม่มากนัก แต่ก็เป็นแหล่งใหญ่ที่สุดในทวีปนั้น

จากปริมาณการขุดถ่านหินทั่วโลก ซึ่งในปี พ.ศ. ๒๕๐๓ ขุดได้ทั้งหมด ๒๙๐๐ ล้านตัน ปรากฏว่าทวีปยุโรปขุดได้ ๕๖% ของโลก ทวีปเอเชีย ๒๗% ทวีปอเมริกาเหนือ ๑๕% ทวีปออสเตรเลียกับทวีปแอฟริกาทวีปละ ๑% ส่วนทวีปอเมริกาใต้นั้นขุดได้เพียงไม่ถึง ๑% ถ้าจะคิดเป็นรายประเทศ ก็ปรากฏว่าสหภาพโซเวียตขุดได้มากที่สุด คือประมาณ ๒๐% ของโลก รองลงมาคือสาธารณรัฐประชาชนจีน (๑๖%) สหรัฐอเมริกา (๑๕%) และเยอรมันตะวันตก (๙%) แต่ทั้งนี้รวมถ่านหินลิกไนต์ด้วย

น้ำมันปิโตรเลียม เป็นแร่เชื้อเพลิงที่มีความสำคัญรองจากถ่านหิน ความจริงการใช้น้ำมันปิโตรเลียมเพิ่งจะเริ่มขึ้นเมื่อประมาณหนึ่งร้อยปีเศษมานี้เอง เพราะบ่อน้ำมันแห่งแรกของโลกที่ประเทศรูเมเนียในทวีปยุโรปได้ขุดเมื่อปี พ.ศ. ๒๔๐๐ หลังจากนั้นการขุดน้ำมันจึงได้แพร่หลายไปในประเทศต่าง ๆ

น้ำมันปิโตรเลียมเกิดจากการทับถมของอินทรียวัตถุ ซึ่งสันนิษฐานว่าคงเป็นซากสัตว์ขนาดเล็กมากที่เคยอาศัยอยู่ในทะเลตื้น ซากสัตว์เหล่านี้จำนวนมากมายได้ทับถมกัน และอัดแน่นอยู่ในหินชั้นที่ทับถมกันในเวลาต่อมา จนกระทั่งได้เปลี่ยนสภาพเป็นน้ำมันปิโตรเลียม และน้ำมันปิโตรเลียมจึงเป็นแร่ที่พบอยู่เฉพาะในหินชั้นเท่านั้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งแหล่งแร่น้ำมันส่วนใหญ่มักจะมีโครง

สร้างของหินเป็นรูปกระทะคว่ำ หรือเป็นรอยคดโค้งรูปประทุน ซึ่งโครงสร้างของหินชั้นเช่นนี้ทำให้น้ำมันปิโตรเลียมที่ซึมอยู่ในหินถูกกักไว้ไม่ไหลซึมไปที่อื่น

ในการเจาะขุดน้ำมันมาใช้ จึงต้องมีการสำรวจหาแหล่งน้ำมันและจะต้องทราบคร่าว ๆ ว่ามีปริมาณมากน้อยเพียงใด แต่น้ำมันเป็นแร่ที่สำรวจได้ยากกว่าแร่ชนิดอื่น ในสมัยก่อนเมื่อยังไม่มีเครื่องมือและวิธีการสำรวจดีพอ การเสาะแสวงหาแหล่งน้ำมันต้องใช้วิธีคาดคะเนที่ให้ผลน้อยมาก และการสำรวจพบแหล่งน้ำมันก็มักจะเป็นการบังเอิญเป็นส่วนมาก แต่ในปัจจุบันได้มีการคิดเครื่องมือและวิธีการสำรวจที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น แต่ถึงกระนั้นก็ยังไม่ให้ผลเต็มที่ร้อยเปอร์เซ็นต์ การทำเหมืองแร่น้ำมันปิโตรเลียมจึงเสียค่าใช้จ่ายสูงมาก

น้ำมันที่เจาะขุดมาได้นั้นเรียกว่าน้ำมันดิบ (crude oil) ซึ่งจะต้องนำมาผ่านกรรมวิธีการกลั่น แยกออกเป็นน้ำมันประเภทต่าง ๆ เช่น น้ำมันเบนซิน น้ำมันก๊าด น้ำมันเตา ตลอดจนได้ผลิตผลอย่างอื่น ๆ เช่น ยางอัสฟัลต์หรือยางมะตอยและพาราฟิน เป็นต้น

แหล่งน้ำมันปิโตรเลียมที่สำคัญ ๆ ของโลกมีดังนี้ คือ

ก. ทวีปเอเชีย

๑. **บริเวณรอบอ่าวเปอร์เซีย** ในเอเชียตะวันตกเฉียงใต้ บริเวณรอบอ่าวเปอร์เซียนับเป็นแหล่งน้ำมันใหญ่ที่สุดของทวีปเอเชีย และมีปริมาณน้ำมันสำรองมากกว่าที่แห่งใดในโลกเท่าที่สำรวจพบอยู่ในขณะนี้ ปัจจุบันบ่อน้ำมันต่าง ๆ ในเอเชียตะวันตกเฉียงใต้ผลิตน้ำมันได้รวมกันประมาณ ๒๕ % ของที่ขุดได้ทั่วโลก ซึ่งได้จากประเทศต่างๆเรียงความสำคัญตามลำดับดังนี้ คือ คูเวต ซาอุดีอาระเบีย อิหร่าน อิรักและเกาะบาเรน การขุดน้ำมันในเอเชียตะวันตกเฉียงใต้เพิ่งจะเริ่มขึ้นเป็นครั้งแรกเมื่อ พ.ศ. ๒๔๕๑ ในประเทศอิหร่าน แต่ก็ได้ขยายตัวออกไปอย่างรวดเร็วมาก และแม้ว่าในปัจจุบันภูมิภาคนี้จะขุดน้ำมันได้น้อยกว่าสหรัฐอเมริกา แต่อีกไม่นานก็จะกลายเป็นภูมิภาคที่ผลิตน้ำมันได้มากที่สุด น้ำมันที่ขุดได้จากบริเวณรอบอ่าวเปอร์เซียส่งออกจำหน่าย ๒ ทาง คือ ทางหนึ่งส่งโดยทางเรือจากอ่าวเปอร์เซีย และอีกทางหนึ่งส่งโดยทางท่อ (pipe line) จากอิรักและซาอุดีอาระเบียไปยังฝั่งเมดิเตอร์เรเนียน ส่วนใหญ่ของน้ำมันจากเอเชีย

ตะวันตกเฉียงใต้ส่งไปจำหน่ายยังทวีปยุโรป

๒. **เกาะสุมาตราและเกาะบอร์เนียว** ในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ มีแหล่งน้ำมันอยู่ที่เกาะสุมาตราและเกาะบอร์เนียว ซึ่งผลิตน้ำมันได้ประมาณ ๒% ของโลก

ข. ทวีปยุโรป

๑. **ชายฝั่งทะเลสาบแคสเปียน** ในภาคใต้ของโซเวียตรุสเซีย มีแหล่งน้ำมันที่สำคัญอยู่ที่ชายฝั่งตะวันตกของทะเลสาบแคสเปียน ซึ่งมีเมืองบาคู (**Baku**) เป็นศูนย์กลาง เริ่มขุดมาตั้งแต่ พ.ศ. ๒๔๑๔ และปัจจุบันก็ยังเป็นแหล่งผลิตที่สำคัญที่สุดของสหภาพโซเวียต

๒. **ประเทศรูเมเนีย** ทางภาคตะวันออกของประเทศรูเมเนีย มีบ่อน้ำมันอยู่หลายแห่ง และรูเมเนียเป็นประเทศที่ผลิตน้ำมันได้มากที่สุดของทวีปยุโรปยกเว้นสหภาพโซเวียต

ค. ทวีปอเมริกาเหนือ

๑. **เขตเทือกภูเขาแอปปาเลเชียน** ทางภาคตะวันออกของสหรัฐอเมริกา ในเขตเทือกภูเขาแอปปาเลเชียนของมลรัฐเพนซิลเวเนีย เป็นแหล่งน้ำมันแห่งแรกของทวีปอเมริกาเหนือที่ได้ขุดมาใช้ประโยชน์ คือได้ขุดที่เมืองไตตัสวิลล์ (**Titusville**) เมื่อ พ.ศ. ๒๔๐๒ ปัจจุบันก็ยังผลิตน้ำมันได้บ้างเล็กน้อย

๒. **เขตที่ราบภาคกลางของสหรัฐอเมริกา** เขตที่ราบภาคกลางของสหรัฐอเมริกา ตั้งแต่ทางใต้ของทะเลสาบมิชิแกนถึงอ่าวเม็กซิโก เป็นแหล่งน้ำมันที่สำคัญมากที่สุดแห่งหนึ่งของโลก มีมลรัฐต่าง ๆ ที่มีบ่อน้ำมัน แต่ที่สำคัญมากคือมลรัฐเทกซัสและมลรัฐลุยเซียนา ซึ่งมลรัฐเทกซัสนั้นผลิตน้ำมันได้ประมาณ ๔๗% ของที่ผลิตได้ในสหรัฐอเมริกา (มลรัฐลุยเซียนาได้ ๑๕%)

๓. **เขตชายฝั่งแปซิฟิก** ในมลรัฐแคลิฟอร์เนีย ก็มีการผลิตน้ำมันได้มาก ซึ่งปัจจุบันมลรัฐนี้ขุดน้ำมันดิบได้ประมาณ ๑๒% ของสหรัฐอเมริกา รองจากมลรัฐเทกซัสและลุยเซียนา

๔. **เขตที่ราบภาคกลางของแคนาดา** ในเขตที่ราบภาคกลางของประเทศแคนาดา มีแหล่งน้ำมันอยู่ในมณฑลแอลเบอร์ตา (**Alberta**) มีศูนย์กลางอยู่ที่

เมืองเอดมันตัน แต่มีปริมาณผลิตไม่มากนัก

ง. ทวีปอเมริกาใต้และแอฟริกา

๑. **ชายฝั่งทะเลแคริบเบียน** ชายฝั่งภาคเหนือของทวีปอเมริกาใต้ มีแหล่งน้ำมันอยู่หลายแห่ง ที่สำคัญที่สุดคือบริเวณรอบทะเลสาบมาราไคโบ (Maracaibo) ในประเทศเวเนซุเอลา ซึ่งปัจจุบันประเทศนี้ผลิตน้ำมันได้มากเป็นที่สองของโลกรองจากสหรัฐอเมริกา นอกจากนี้ยังมีบ่อน้ำมันอยู่ที่เกาะตรินิแดด และชายฝั่งทะเลแคริบเบียนของประเทศโคลอมเบียด้วย

๒. **เขตทะเลทรายสะฮารา** ในเขตทะเลทรายสะฮาราของทวีปแอฟริกาได้เริ่มมีการขุดน้ำมันเมื่อไม่นานมานี้ และผลิตได้เล็กน้อยจากประเทศแอลจีเรีย

ก๊าซธรรมชาติ เป็นก๊าซที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ มักพบอยู่ในแหล่งน้ำมัน และมีคุณสมบัติในการนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงได้เช่นเดียวกับน้ำมันปิโตรเลียม แต่เดิมมาเมื่อมีการขุดน้ำมันขึ้นมาใช้ ก๊าซธรรมชาติที่ดันให้น้ำมันพลุ่งขึ้นมานั้นได้ถูกปล่อยให้ระเหยสูญเสียไปโดยเปล่าประโยชน์ แต่ในภายหลังจึงได้มีการส่งตามท่อไปจำหน่ายให้กับโรงงานอุตสาหกรรมและตามอาคารบ้านเรือนต่าง ๆ ประเทศที่มีการใช้ก๊าซธรรมชาติมากที่สุดคือสหรัฐอเมริกา ซึ่งขุดนำก๊าซธรรมชาติมาใช้ถึง ๒๗ มลรัฐ และมีปริมาณที่ใช้ถึง ๘๕% ของที่ใช้ทั่วโลก มีท่อที่ใช้ขนส่งก๊าซจากแหล่งผลิตไปยังมลรัฐต่าง ๆ ยาวกว่า ๕๐๐,๐๐๐ กิโลเมตร

ข. แร่โลหะ (Metallic minerals) แร่โลหะที่นำมาใช้ประโยชน์อยู่มากที่สุดในขณะนี้ มีความสำคัญเรียงตามลำดับคือ เหล็ก ทองแดง และอลูมิเนียม

แร่เหล็ก แร่เหล็กที่พบอยู่เกือบทุกแห่งในเปลือกโลก เพราะเป็นแร่ประกอบหินที่สำคัญ แต่การที่จะทำเหมืองแร่เหล็กนั้นจะต้องมีแหล่งแร่ที่มีคุณภาพสูงพอสมควร และมีปริมาณแร่อยู่มากพอเพียงด้วย แร่เหล็กที่ขุดโดยมาก มักจะพบในลักษณะของแร่เหล็กแดง (hematite) หรือแร่เหล็กเหลือง (limonite) หรือแร่แม่เหล็ก (magnetite) แร่เหล็กแดงและแร่เหล็กเหลืองนั้น มักพบอยู่ในหินชั้น แต่แร่แม่เหล็กเกิดขึ้นในหินอัคนี สินแร่เหล็กเมื่อขุดได้แล้ว ก็จะนำมาถลุงเป็นเหล็กหล่อ (Pig iron) และนำเหล็กหล่อไปทำเป็นเหล็กกล้า (steel) อีกขั้นหนึ่ง การถลุงเหล็กนั้นแต่เดิมใช้ถ่านไม้เผาเป็นเชื้อเพลิง แต่ใน

ปัจจุบันส่วนมากใช้ถ่านหิน ยังคงใช้ถ่านไม้เผาเฉพาะบางแห่ง อย่างเช่นโรงงานถลุงเหล็กที่จังหวัดสระบุรี ซึ่งใช้ถ่านไม้เผาเป็นเชื้อเพลิง เพราะประเทศไทยไม่มีถ่านหินบิทูมินัส

แร่เหล็กนอกจากจะมีปริมาณอยู่มาก และมีราคาถูกแล้ว ยังนำไปใช้ประโยชน์ต่าง ๆ ได้มาก เป็นแร่โลหะที่มีความแข็ง และสามารถผสมกับโลหะอื่น ๆ บางชนิดได้ ทำให้มีคุณสมบัติตามที่ต้องการ อย่างเช่นให้มีความแข็งแกร่งเป็นพิเศษใช้เป็นเครื่องมือตัดหรือเจาะ หรือให้มีความเหนียวมาก หรือไม่ให้ขึ้นสนิมเป็นต้น ด้วยเหตุนี้ จึงปรากฏว่าได้มีการนำเหล็กมาใช้ประโยชน์ในการสร้างเครื่องจักร เครื่องยนต์ เครื่องมือเครื่องใช้ต่าง ๆ รวมทั้งในการก่อสร้างมากกว่าแร่โลหะอย่างอื่นใดทั้งหมด ใน พ.ศ. ๒๕๐๓ ทั่วทั้งโลกขุดแร่เหล็กมาใช้ถึง ๕๐๐ ล้านตัน มากกว่าแร่โลหะอย่างอื่น ๆ รวมกันทั้งหมด ซึ่งในจำนวนนี้ทวีปยุโรปขุดได้ประมาณครึ่งหนึ่ง และทวีปอเมริกาเหนือประมาณ ๒๕ %

แหล่งแร่เหล็กที่สำคัญของโลก

ก. ทวีปเอเชีย

๑. **สาธารณรัฐประชาชนจีน** ในประเทศจีนคอมมิวนิสต์มีแร่เหล็กอยู่เป็นจำนวนมาก และได้เพิ่มปริมาณการขุดมากขึ้นตั้งแต่หลังสงครามโลกครั้งที่สองเป็นต้นมา ปัจจุบันผลิตแร่เหล็กได้ประมาณ ๑๐ % ของโลก มีแหล่งแร่เหล็กอยู่ในบริเวณลุ่มแม่น้ำแยงซีเกียง และในแมนจูเรีย

๒. **อินเดีย** อินเดียเป็นประเทศที่ผลิตแร่เหล็กได้มากเป็นที่สองในทวีปเอเชีย (๒ % ของโลก) มีแหล่งแร่เหล็กที่มีคุณภาพดีมาก อยู่ที่รัฐพิหารและโอริสสา ทางตะวันออกเฉียงเหนือของคาบสมุทรเดคคาน

ข. ทวีปยุโรป

๑. **สหราชอาณาจักร** ในเกาะบริเตนใหญ่มีแหล่งแร่เหล็กหลายแห่งที่อยู่ใกล้กับแหล่งถ่านหิน ได้แก่แหล่งแร่เหล็กแคว้นมิดแลนด์ ฯแหล่งแร่เหล็กที่เมืองลิงคอล์น เมืองอ๊อกซฟอร์ด และเมืองคลีฟแลนด์

๒. **มณฑลลอร์เรนในฝรั่งเศส** ทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือของฝรั่งเศสที่มณฑลลอร์เรน (Lorraine) เป็นแหล่งแร่เหล็กที่ใหญ่ที่สุดของทวีปยุโรป แม้

ว่าจะมีคุณภาพไม่สู้ดีนัก แต่อาศัยที่มีปริมาณอยู่มาก และขุดได้ง่าย ทำให้การขุดแร่เหล็กจากเขตนั้นสามารถแข่งขันกับเขตอื่น ๆ และนอกจากจะใช้ภายในฝรั่งเศส ยังส่งไปจำหน่ายให้กับเยอรมันตะวันตก เบลเยียม และอิตาลีด้วย

๓. **สวีเดน** ในภาคกลางและภาคเหนือของประเทศสวีเดน มีแหล่งแร่เหล็กที่มีคุณภาพดีมาก ซึ่งส่งไปจำหน่ายให้กับสหราชอาณาจักร เยอรมันตะวันตก และโปแลนด์ด้วย

๔. **สหภาพโซเวียต** ในสหภาพโซเวียตมีแหล่งแร่เหล็กที่สำคัญมาก ๒ แห่ง คือ ที่เมืองคริวอย รอก **(Krivoi Rog)** ทางตอนเหนือของทะเลดำแห่งหนึ่ง และที่เทือกภูเขายูราลใกล้เมืองแมกนิโตกอสก์ **(Magnitogorsk)** อีกแห่งหนึ่ง โดยเฉพาะแหล่งแร่เหล็กที่เมืองคริวอย รอกนั้น มีคุณภาพดีมาก เช่นเดียวกับแร่เหล็กในสวีเดน

ค. ทวีปอเมริกาเหนือ

๑. **ชายฝั่งทะเลสาบซูพีเรีย** ชายฝั่งทะเลสาปซูพีเรียในมลรัฐมินนิโซตา วิสคอนซิน และมิชิแกนในสหรัฐอเมริกา และมณฑลออนแตริโอในแคนาดา มีเหมืองแร่เหล็กอยู่เป็นจำนวนมาก และก็กล่าวได้ว่าเป็นแหล่งแร่เหล็กใหญ่ที่สุดของโลก ทั้งมีคุณภาพดีมากด้วย แร่เหล็กจากเขตนั้นได้ส่งไปป้อนโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ ซึ่งตั้งอยู่ตามชายฝั่งทะเลสาบใหญ่ทั้งห้าของทวีปอเมริกาเหนือ

๒. **แคว้นแลบราดอร์** แคว้นแลบราดอร์ ซึ่งอยู่ทางตะวันออกเฉียงเหนือของแคนาดา นับเป็นแหล่งแร่เหล็กที่มีความสำคัญรองจากชายฝั่งทะเลสาบซูพีเรียในทวีปอเมริกาเหนือ และแร่เหล็กจากเขตนั้นได้ส่งไปจำหน่ายให้กับเมืองอุตสาหกรรม ทางชายฝั่งแอตแลนติกของสหรัฐอเมริกา รวมทั้งได้ส่งมาจำหน่ายในยุโรปด้วย

ง. ทวีปอเมริกาใต้ แอฟริกา และออสเตรเลีย

๑. **เวเนซุเอลาและบราซิล** ประเทศเวเนซุเอลานับเป็นประเทศที่ขุดแร่เหล็กได้มากที่สุดในทวีปอเมริกาใต้ คือประมาณ ๔% ของโลก อีกแห่งหนึ่งที่ขุดแร่เหล็กได้บ้างเล็กน้อย คือที่ราบสูงบราซิล

๒. **แอลจีเรีย** ในทวีปแอฟริกาการขุดแร่เหล็กยังทำกันน้อยมาก มีประเทศเดียวที่มีความสำคัญคือ ประเทศแอลจีเรีย แต่ก็ขุดได้เพียง ๑ % ของโลกเท่านั้น

๓. **ออสเตรเลีย** แหล่งแร่เหล็กสำคัญของออสเตรเลียมีอยู่ที่เมืองไอออนน็อบ (**Iron Knob**) ในรัฐออสเตรเลียใต้ แต่ปัจจุบันได้มีการทำเหมืองแร่เหล็กเพิ่มขึ้นในรัฐออสเตรเลียตะวันตก ซึ่งแร่เหล็กที่ได้จากเขตนี้ได้ส่งไปจำหน่ายให้กับญี่ปุ่นด้วย

แร่ทองแดง ถึงแม้ว่าทองแดงจะเป็นแร่โลหะที่คนเรารู้จักนำมาใช้ประโยชน์หลายพันปีมาแล้ว แต่การใช้ทองแดงเพิ่งจะมาแพร่หลายมากเมื่อมีการใช้ไฟฟ้าแพร่หลาย อันเป็นผลทำให้สามารถแยกเนื้อทองแดงที่บริสุทธิ์ได้ง่ายขึ้น ในขณะเดียวกันได้ใช้ทองแดงเป็นวัตถุดิบของอุตสาหกรรมผลิตเครื่องอุปกรณ์ไฟฟ้า การใช้ทองแดงจึงแพร่หลายออกไปพร้อม ๆ กับการใช้พลังงานไฟฟ้า ปัจจุบันเป็นโลหะที่มีปริมาณการใช้มากเป็นที่สองรองจากเหล็ก

ทองแดงเป็นแร่ที่พบอยู่ในหินอัคนี และมักปะปนอยู่กับแร่บางชนิด เช่น ทองคำ เงิน นิเกิล ดีบุก สังกะสี ฉะนั้นในการขุดและถลุงแร่ทองแดงก็มักจะได้แร่โลหะอย่างอื่นเป็นผลพลอยได้ด้วย แร่ทองแดงนั้นโดยทั่ว ๆ ไปมีเนื้อโลหะปะปนอยู่น้อย ขนาดที่จัดว่ามีคุณภาพสูงสุดจะก็มีเนื้อโลหะเพียง ๗ – ๘% ซึ่งหมายความว่าถ้าเอาสินแร่ทองแดง ๑๐๐ ตันมาถลุง จะได้เนื้อโลหะทองแดงเพียง ๗ – ๘ ตันเท่านั้น เหมืองแร่ทองแดงบางแห่งมีคุณภาพเพียงไม่ถึง ๑ % อย่างเช่นในมลรัฐยูตาห์ของสหรัฐอเมริกา ซึ่งมีคุณภาพเพียง ๐.๙ %

แหล่งแร่ทองแดงที่สำคัญของโลก

๑. **สหรัฐอเมริกา** สหรัฐอเมริกาซึ่งผลิตแร่ทองแดงได้มากที่สุดของโลกมีแหล่งแร่ทองแดงอยู่ในเขตที่ราบสูงทางภาคตะวันตกของประเทศ ในมลรัฐยูตาห์ มอนตานา และแอริโซนา ซึ่ง ๓ มลรัฐนี้ผลิตแร่ทองแดงได้ประมาณ ๘๐% ของสหรัฐอเมริกา มีเหมืองแร่ทองแดงที่เมืองบิงแกม (**Bingham**) ในมลรัฐยูตาห์ เป็นเหมืองที่ขุดจากผิวดินลงไปไม่ลึกนัก แต่มีขนาดกว้างใหม่มาก จนกล่าวได้ว่าเป็นเหมืองเปิดที่ใหญ่ที่สุดของโลก ภายในเหมืองนั้นได้สร้างทาง

รถไฟสำหรับลำเลียงแร่ เป็นระยะทางยาวเกือบ ๓๐๐ กิโลเมตร วนไปรอบ ๆ เป็นขั้น ๆ ลงไป จากผิวดินจนถึงก้นเหมือง ซึ่งที่ก้นเหมืองได้ขุดเป็นอุโมงค์สำหรับให้รถไฟบรรทุกแร่ นำแร่ออกไปยังโรงงานแยกและถลุงแร่

๒. ชิลี ประเทศชิลีในทวีปอเมริกาใต้ ขุดแร่ทองแดงได้มากเป็นที่สองรองจากสหรัฐอเมริกา แต่ส่งแร่ทองแดงออกจำหน่ายมากที่สุดของโลก มีแหล่งแร่สำคัญอยู่ที่เมืองชูกีคามาตา (**Chuquicamata**) บนเทือกภูเขาแอนดิส ซึ่งอยู่สูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ ๓,๐๐๐ เมตร

๓. **คองโกและแซมเบีย** ในแอฟริกากลาง มีแหล่งแร่ทองแดงขนาดใหญ่อยู่ที่แคว้นคาตางกา (**Katanga**) ทางภาคใต้ของประเทศคองโก (เลโอโปลด์วิล) เขตหนึ่ง กับภาคเหนือของประเทศแซมเบียอีกเขตหนึ่ง ทั้งสองเขตเป็นแหล่งแร่ทองแดงที่มีคุณภาพดีที่สุดของโลก และประเทศแซมเบียส่งแร่ทองแดงออกจำหน่ายมากรองจากชิลี

๔. **แคนาดา** ส่วนใหญ่ของแร่ทองแดงที่ขุดในแคนาดา ได้มาจากเมืองซัดเบอรี ในมณฑลออนแตริโอ ทางภาคตะวันออกของประเทศ เป็นแร่ที่มีคุณภาพปานกลาง

๕. **สหภาพโซเวียต** แหล่งแร่ทองแดงของสหภาพโซเวียตมีอยู่ที่เทือกภูเขายูราล แถบเมืองเมดโนกอสก์ (**Mednogorsk**) ซึ่งสหภาพโซเวียตนั้นผลิตแร่ทองแดงได้เท่า ๆ กับแคนาดา และอยู่ในอันดับที่ ๔ หรือที่ ๕ ของโลก

แร่อลูมิเนียม อลูมิเนียมเป็นโลหะที่ถลุงได้จากแร่บ๊อกไซต์ (**bauxite**) ซึ่งเป็นแร่ที่พบอยู่มากในเขตอากาศร้อนชื้น เพราะแร่บ๊อกไซต์เกิดจากการสะสมของอลูมิเนียม ที่เป็นส่วนประกอบสำคัญของหินเปลือกโลกในเขตอากาศร้อนชื้น การผุพังของหินเปลือกโลกเป็นไปอย่างรวดเร็ว ทำให้อลูมิเนียมมีโอกาสรวมตัวกันได้ง่าย เมื่อมีเนื้อแร่มากพอ ก็สามารถขุดนำมาถลุงใช้ประโยชน์ได้

อลูมิเนียมเป็นโลหะที่เพิ่งจะนำมาใช้ประโยชน์เมื่อไม่นานมานี้เอง แต่โดยที่มีคุณสมบัติดีหลายประการ เช่นมีน้ำหนักเบา ทนทานต่อการสึกกร่อน ไม่เป็นสนิม และค่อนข้างอ่อน ทำให้นำมาใช้ประโยชน์ได้มาก โดยเฉพาะ

ในการสร้างเครื่องบิน เป็นวัสดุก่อสร้าง หรือเครื่องใช้เบ็ดเตล็ดต่างๆ ปัจจุบันเป็นโลหะที่มีปริมาณการใช้มากรองจากเหล็กและทองแดง และในภายหน้าอาจจะมีความสำคัญมากกว่าทองแดงด้วย เนื่องจากมีปริมาณที่อาจจะขุดนำมาใช้ได้อีกมาก

แหล่งแร่อลูมิเนียมที่สำคัญของโลก

๑. **ย่านทะเลแคริบเบียน** ในย่านทะเลแคริบเบียน มีแหล่งแร่บ๊อกไซต์ขนาดใหญ่ที่เกาะจาเมกา แคว้นกิอานาเนเธอร์แลนด์และกิอานาบริติช ซึ่ง ๓ แห่งนี้ผลิตแร่บ๊อกไซต์ได้รวมกันประมาณครึ่งหนึ่งของโลก นับเป็นแหล่งผลิตที่สำคัญที่สุด โดยเฉพาะแคว้นกิอานาเนเธอร์แลนด์ ขุดแร่บ๊อกไซต์ได้ประมาณ ๒๕% ของโลก และเป็นสินค้าออกสำคัญที่สุดของแคว้นนั้น

๒. **สหรัฐอเมริกา** ในมลรัฐอาคันซอ (**Arkansas**) ของสหรัฐอเมริกามีเหมืองแร่บ๊อกไซต์ที่ผลิตได้ประมาณ ๑๐% ของโลก และนับว่ามีความสำคัญรองจากย่านทะเลแคริบเบียน

๓. **ทวีปยุโรป** ในทวีปยุโรป มีประเทศที่ทำเหมืองแร่บ๊อกไซต์ คือ ฝรั่งเศส กรีซ ยูโกสลาเวีย และฮังการี

๔. **ทวีปแอฟริกา เอเชีย และออสเตรเลีย** ตั้งแต่หลังสงครามโลกครั้งที่สองเป็นต้นมา ได้สำรวจพบแหล่งแร่บ๊อกไซต์ในทวีปเหล่านี้หลายแห่ง และเริ่มดำเนินการทำเหมืองแร่บ๊อกไซต์ในแอฟริกาตะวันตก (ประเทศกานา) ในอินโดนีเซีย และที่คาบสมุทรเคปยอร์กในออสเตรเลีย แต่ปริมาณผลิตยังไม่มากนัก

ค. **แร่อโลหะ** (**Non—metallic minerals**) ที่นำมาใช้ประโยชน์มากมีอยู่ ๒ ประเภท คือ แร่ที่ใช้ทำปุ๋ย (**Fertilizer minerals**) ได้แก่แร่ไนเตรต โปแตช และฟอสเฟต กับแร่ที่ใช้เป็นวัสดุก่อสร้าง (**Building—materials minerals**) ได้แก่หินชนิดต่าง ๆ เช่น หินปูน หินทราย หินแกรนิต หินอ่อน ตลอดจนกรวด ทราย นอกจาก ๒ ประเภทข้างต้นนี้แล้ว แร่อโลหะยังรวมไปถึงอัญมณีต่าง ๆ คือ เพชร พลอย และแร่ที่นำมาใช้เป็นวัตถุดิบของอุตสาหกรรมเคมีบางอย่างเช่น กำมะถัน เกลือ แร่ใยหิน (**asbestos**) และแร่ยิบซัม

(gypsum) ในที่นี้จะได้อธิบายเฉพาะแร่ที่ใช้ทำปุ๋ย คือ แร่ไนเตรต แร่โปแตช และแร่ฟอสเฟต

แร่ไนเตรต (Nitrate) นำมาสกัดธาตุไนโตรเจน เพื่อใช้ทำปุ๋ย แต่เดิมนั้นปุ๋ยไนโตรเจนได้มาจากแร่ไนเตรตอย่างเดียว แต่ปัจจุบันสามารถสกัดจากอากาศและจากถ่านหินได้ด้วย ทำให้แร่ไนเตรตลดความสำคัญลงไป ปุ๋ยไนเตรตที่ใช้กันทั่วโลกปัจจุบันผลิตจากอากาศเป็นส่วนใหญ่ (๗๕%) รองลงมาคือ จากถ่านหิน (๒๐%) ส่วนที่ผลิตจากแร่ไนเตรตมีเพียง ๕% เท่านั้น

แหล่งแร่ไนเตรตที่สำคัญของโลกมีเพียงแห่งเดียวคือ ที่ทะเลทรายอะตะกามา (Atacama Desert) ในประเทศชิลี ทวีปอเมริกาใต้

แร่โปแตช (Potash) เป็นเกลือแร่ที่นำมาสกัดธาตุโปตัสเซียม เพื่อใช้ทำปุ๋ยเคมี ทำสบู่ และยาฟอกหนัง แหล่งแร่โปแตชที่สำคัญที่สุดของโลกอยู่ในเยอรมนี ที่ภูเขาฮาร์ซ (Harz Mountains) ซึ่งปัจจุบันเยอรมันตะวันตกผลิตแร่โปแตชได้ประมาณ ๒๒% ของโลก และเยอรมันตะวันออกประมาณ ๒๐% ของโลก ในฝรั่งเศสมีแหล่งแร่โปแตชขนาดใหญ่ ที่มณฑลอัลซาส (Alsace) ติดพรมแดนเยอรมนี ซึ่งผลิตได้ประมาณ ๑๗% ของโลก แหล่งแร่โปแตชที่สำคัญอีกแห่งหนึ่ง คือที่มลรัฐนิวเม็กซิโกในสหรัฐอเมริกา ซึ่งปัจจุบันสหรัฐอเมริกาผลิตได้ประมาณ ๒๖% ของโลก

แร่ฟอสเฟต (Phosphate) นำมาสกัดธาตุฟอสฟอรัส ซึ่งส่วนใหญ่ก็ใช้ทำปุ๋ย ในขณะนี้ทั่วโลกขุดแร่ฟอสเฟตได้ประมาณปีละ ๓ หมื่นตัน ในจำนวนนี้สหรัฐอเมริกาผลิตได้ประมาณ ๔๕% ของโลก มีแหล่งสำคัญ คือที่มลรัฐฟลอริดา ในแอฟริกาตะวันตกเฉียงเหนือ มีประเทศตูนิเซียและโมร็อกโกที่ผลิตได้ประมาณ ๒๕% ของโลก ซึ่งนับเป็นแหล่งแร่โปแตชที่มีความสำคัญเป็นอันดับที่สอง นอกจากนั้นได้มาจากสหภาพโซเวียตและเกาะในมหาสมุทรแปซิฟิก

นอกจากจะได้จากแร่ฟอสเฟตแล้ว ปุ๋ยฟอสฟอรัสยังผลิตได้จากมูลและซากของนกทะเลชนิดหนึ่ง ที่มีอยู่เป็นจำนวนมาก ที่หมู่เกาะชินชา (Chincha Islands) นอกฝั่งประเทศเปรูในมหาสมุทรแปซิฟิก เรียกว่านกกัวเน (Guanay)

เมื่อตอนที่มีคนไปพบหมู่เกาะเหล่านั้น ปรากฏว่ามูลและซากของนกดังกล่าวทับถมกันหนาหลายเมตร และต่อมาได้กลายเป็นสินค้าออกสำคัญอย่างหนึ่งของประเทศเปรู จนกระทั่งขุดเหลือน้อยลงมาก ปัจจุบันรัฐบาลประเทศเปรูได้ห้ามส่งออกจำหน่ายนอกประเทศ และใช้เป็นปุ๋ยบำรุงไร่อ้อยและไร่ฝ้ายภายในประเทศเท่านั้น

อุตสาหกรรม

อุตสาหกรรมในที่นี้หมายความถึงการนำวัสดุใด ๆ มาผ่านกรรมวิธี จนเกิดการเปลี่ยนแปลงรูป และส่งออกจำหน่ายเป็นสินค้า วัสดุที่นำมาผ่านกรรมวิธีเรียกว่าวัตถุดิบ **(raw materials)** และวัสดุที่ได้รับการเปลี่ยนแปลงรูปแล้ว และส่งออกจำหน่ายเรียกว่า วัตถุสำเร็จรูป **(finished products)** ทั้งวัตถุดิบและวัตถุสำเร็จรูปของอุตสาหกรรมแต่ละชนิด ย่อมแตกต่างกันไป อุตสาหกรรมบางชนิดอาจต้องการวัตถุดิบเพียงอย่างเดียว แต่บางชนิดก็ต้องการวัตถุดิบหลาย ๆ อย่าง และวัตถุสำเร็จรูปที่ผลิตขึ้นจากอุตสาหกรรมชนิดหนึ่ง อาจจะนำไปใช้เป็นวัตถุดิบของอุตสาหกรรมอีกชนิดหนึ่งก็ได้

การประกอบอุตสาหกรรมจึงต้องมีวัตถุดิบ มีเครื่องจักรและพลังงานที่จะเดินเครื่องจักร มีโรงงานสถานที่ มีคนงานที่จะควบคุมเครื่องจักร และดำเนินงาน มีการขนส่งและการหาตลาด อุตสาหกรรมบางชนิดอาจจะมีกิจการเล็ก ๆ มีโรงงานไม่ใหญ่นัก ใช้เครื่องจักรหรือเครื่องมือขนาดเล็ก มีคนงานไม่มาก แต่อุตสาหกรรมบางชนิดก็ดำเนินการอย่างใหญ่โต และมีประสิทธิภาพ มีการลงทุนมาก ต้องใช้เทคนิคในการผลิตสูง แนวโน้มของอุตสาหกรรมในปัจจุบันนั้น เปลี่ยนไปในทางที่มีการดำเนินการใหญ่โตมากขึ้น เพราะแข่งขันได้เปรียบกว่าอุตสาหกรรมเล็ก ๆ

อุตสาหกรรมอาจแบ่งออกได้เป็น ๒ ประเภท คือ **อุตสาหกรรมโรงงาน** เป็นอุตสาหกรรมที่ผลิตสินค้าในโรงงาน ใช้เครื่องมือเครื่องจักรขนาดใหญ่และจ้างคนงานเป็นจำนวนมาก กับ **อุตสาหกรรมในครอบครัว** ซึ่งเป็นอุตสาหกรรมที่ทำกันเล็ก ๆ น้อย ๆ ผลิตสินค้าเพื่อจำหน่ายในท้องถิ่น มีปริมาณไม่มากนัก และส่วนมากมักเป็นสินค้าที่ผลิตได้ง่าย แต่ต้องการฝีมือในการผลิต

อย่างเช่น การทอผ้าพื้นเมือง การแกะสลัก การทำเครื่องโลหะ เป็นต้น

อุตสาหกรรมโรงงานนั้น อาจจะเป็นอุตสาหกรรมหนัก หรืออุตสาหกรรมเบาก็ได้ ผิดกับอุตสาหกรรมในครอบครัว ที่มีแต่อุตสาหกรรมเบาอย่างเดียว **อุตสาหกรรมหนัก (heavy industries)** ก็คืออุตสาหกรรมที่จำเป็นต้องใช้เครื่องจักรขนาดใหญ่มาก มีการลงทุนมาก และใช้เทคนิคสูง อย่างเช่นอุตสาหกรรมถลุงเหล็กและทำเหล็กกล้า อุตสาหกรรมผลิตเครื่องจักรกล อุตสาหกรรมผลิตเครื่องจักรในการขนส่ง เป็นต้น ส่วน **อุตสาหกรรมเบา (light industries)** หมายถึงอุตสาหกรรมที่ไม่ใช้เครื่องจักรขนาดใหญ่นัก และมีการลงทุนไม่มากนักด้วย อย่างเช่นอุตสาหกรรมทอผ้า อุตสาหกรรมผลิตอาหารสำเร็จรูป อุตสาหกรรมทำกระดาษ เป็นต้น

ที่ตั้งของอุตสาหกรรม

จะเห็นได้ว่าบริเวณที่มีอุตสาหกรรมตั้งอยู่หนาแน่นนั้น มีอยู่เป็นแห่ง ๆ และอุตสาหกรรมแต่ละชนิดก็มักตั้งอยู่ในที่ต่างกัน ทั้งนี้แสดงให้เห็นว่าการที่จะมีอุตสาหกรรมอยู่ในเขตใดนั้น จะต้องมีข้อเหมาะสมบางอย่างที่ทำให้อุตสาหกรรมนั้นดำเนินกิจการได้ผลดี และเจริญเติบโตขึ้น มิฉะนั้นก็คงจะเสื่อมโทรมหรือเลิกล้มไป ข้อเหมาะสมต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับที่ตั้งของอุตสาหกรรมขึ้นอยู่กับสิ่งต่าง ๆ ดังต่อไปนี้ คือ

๑. **วัตถุดิบ** อุตสาหกรรมส่วนมากตั้งขึ้นใกล้แหล่งวัตถุดิบ เพื่อประหยัดค่าส่งวัตถุดิบมาป้อนโรงงาน แต่ก็ไม่เสมอไป เพราะอุตสาหกรรมบางอย่างอาจจะตั้งอยู่ไกลจากแหล่งวัตถุดิบก็ได้ เนื่องจากมีข้อเหมาะสมอย่างอื่นที่ได้เปรียบมากกว่าวัตถุดิบ อย่างไรก็ตาม มีอุตสาหกรรมบางประเภทที่มักตั้งอยู่ในแหล่งวัตถุดิบ ได้แก่อุตสาหกรรมประเภทที่ใช้วัตถุดิบเป็นจำนวนมาก ซึ่งเมื่อทำเป็นวัตถุสำเร็จรูปแล้วจะลดน้ำหนักและปริมาตรลงมาก ตัวอย่างเช่นอุตสาหกรรมทำกระดาษ หรืออุตสาหกรรมที่ใช้วัตถุดิบที่เสียหายได้ง่าย ไม่อาจขนส่งในระยะทางไกล ๆ อย่างเช่นอุตสาหกรรมทำนมเนย อุตสาหกรรมทำผักและผลไม้กระป๋อง เป็นต้น

๒. **พลังงาน** พลังงานที่นำมาใช้ในการเดินเครื่องจักรนั้น อาจจะได้จาก

แร่เชื้อเพลิง เช่น ถ่านหิน น้ำมัน ก๊าซธรรมชาติ หรือได้มาจากพลังงานไฟฟ้า ที่ผลิตขึ้นจากพลังน้ำ (hydro—electric power) หรือผลิตขึ้นจากเชื้อเพลิง (thermal—electric power) หรือจากพลังงานนิวเคลียร์ แต่ที่ใช้กันมากในอุตสาหกรรมปัจจุบันนั้น ได้แก่ **ถ่านหิน** และ **ไฟฟ้าพลังน้ำ** เพราะทั้งสองอย่างนี้มีปริมาณมาก และมีราคาถูก แต่เดิมทีเดียวปรากฏว่าแหล่งอุตสาหกรรมใหญ่ ๆ ของโลก ล้วนตั้งอยู่ในย่านถ่านหินทั้งสิ้น แต่ในปัจจุบันได้ขยายออกไปยังแหล่งที่ผลิตไฟฟ้าจากพลังน้ำด้วย อย่างไรก็ตาม ก็ยังปรากฏว่าอุตสาหกรรมยังคงรวมตัวกันอย่างหนาแน่นในเขตที่มีถ่านหิน อย่างเช่นในยุโรปตะวันตก หรือในภาคตะวันออกของสหรัฐอเมริกา เป็นต้น

๓. **แรงงาน** อุตสาหกรรมแม้ว่าจะใช้เครื่องจักรผลิตสินค้า แต่ก็ยังคงต้องการคนงานที่ควบคุมเครื่องจักร หรือใช้เครื่องมือต่าง ๆ ซึ่งแรงงานที่นำมาใช้ในอุตสาหกรรมนั้น จะต้องมีจำนวนพอเพียง ได้รับการฝึกฝนให้มีความชำนิชำนาญในการใช้เครื่องจักรและเครื่องมือ ทำงานรับจ้างโดยสม่ำเสมอ และยินดีรับค่าจ้างในอัตราที่พอสมควร ตามเมืองใหญ่ ๆ ที่มีพลเมืองอยู่หนาแน่น ย่อมมีโอกาสที่จะหาแรงงานได้ง่ายกว่าตามชนบท หรือที่ที่อยู่ห่างไกล ฉะนั้น อุตสาหกรรมจึงมักจะเลือกตั้งในเมืองใหญ่ ๆ หรือเขตใกล้เคียงเมืองใหญ่ ๆ ที่หาแรงงานได้ง่าย

๔. **ตลาด** วัตถุสำเร็จรูปจากโรงงานอุตสาหกรรม เมื่อผลิตขึ้นมาแล้วก็จะต้องหาตลาดจำหน่าย การอยู่ใกล้ตลาดจึงเป็นข้อได้เปรียบของอุตสาหกรรมอย่างหนึ่ง ถ้าหากสามารถกระทำได้ มีอุตสาหกรรมบางประเภทที่มักตั้งอยู่ใกล้กับตลาด ได้แก่อุตสาหกรรมที่ผลิตวัตถุสำเร็จรูปที่เสียหายได้ง่าย ต้องการความรวดเร็ว หรือความระมัดระวังในการขนส่งสู่ตลาด อย่างเช่นอุตสาหกรรมผลิตอาหารสำเร็จรูปบางชนิด เช่น ไอศครีม ขนมปัง เป็นต้น หรืออุตสาหกรรมที่ผลิตวัตถุสำเร็จรูป ที่น้ำหนักและเพิ่มปริมาตรมากกว่าเมื่อเป็นวัตถุดิบ และหาวัตถุดิบได้ทั่ว ๆ ไป อย่างเช่นอุตสาหกรรมผลิตน้ำอัดลม เป็นต้น ถ้าหากโรงงานอุตสาหกรรมประเภทเหล่านี้ไปตั้งอยู่ไกลจากตลาด จะทำให้ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการขนส่งมากขึ้น

๕. **การขนส่ง** การขนส่งเป็นปัจจัยสำคัญอีกอย่างหนึ่งของอุตสาหกรรม เพราะจะต้องขนส่งวัตถุดิบมาป้อนโรงงาน และนำวัตถุสำเร็จรูปออกจำหน่ายในตลาด อุตสาหกรรมจึงมักจะตั้งอยู่ในบริเวณที่มีการขนส่งสะดวก และเสียค่าใช้จ่ายน้อย เช่น มีทางถนน ทางรถไฟ หรือมีแม่น้ำลำคลองผ่านบริเวณพื้นที่นั้น ตลอดจนมีบริการต่าง ๆ ในด้านขนส่งอย่างพอเพียง

๖. **ด้านอื่น ๆ** นอกจากสิ่งต่าง ๆ ที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ยังมีสิ่งอื่น ๆ ที่เข้ามาเกี่ยวข้องกับที่ตั้งของอุตสาหกรรมอีกหลายอย่าง อย่างเช่น การกำหนดเขตอุตสาหกรรมของประเทศที่บ่งไว้ว่า ให้จัดตั้งโรงงานอุตสาหกรรมได้เฉพาะในเขตที่กำหนดไว้ หรือการเก็บภาษีของรัฐหรือของท้องถิ่น ที่จะชักจูงหรือขัดขวางอุตสาหกรรมที่จะเข้ามาตั้งขึ้นในเขตนั้น ตลอดจนชื่อเสียงหรือกิตตินิยม (goodwill) ของเขตหนึ่งเขตใดที่เคยมีเกี่ยวกับอุตสาหกรรมชนิดหนึ่งชนิดใด ก็ย่อมจะดึงดูดให้อุตสาหกรรมชนิดนั้น ๆ คงมีอยู่ต่อไป และสามารถแข่งขันกับเขตอื่นได้ ตัวอย่างเช่น อุตสาหกรรมผลิตนาฬิกาของประเทศสวิส หรืออุตสาหกรรมผลิตเหล้าวิสกี้ของสกอตแลนด์ แม้ว่าประเทศอื่น ๆ จะผลิตสินค้าอย่างเดียวกันนั้นได้ แต่ก็มีชื่อเสียงหรือกิตตินิยมน้อยกว่า และจึงไม่อาจแข่งขันได้ดีเท่า

อุตสาหกรรมประเภทต่าง ๆ

อุตสาหกรรมที่สำคัญ ๆ ของโลกนั้น อาจแบ่งออกเป็นประเภทต่าง ๆ ดังนี้ คือ

๑. อุตสาหกรรมทอผ้า
๒. อุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์จากไม้และหนังสัตว์
๓. อุตสาหกรรมผลิตอาหารสำเร็จรูป
๔. อุตสาหกรรมผลิตเครื่องจักรกลและยานพาหนะ
๕. อุตสาหกรรมเคมี

อุตสาหกรรมทอผ้า

อุตสาหกรรมทอผ้า หมายถึงการนำเส้นใยชนิดต่าง ๆ มาปั่นทอเป็นวัตถุสำเร็จรูป เส้นใยที่นำมาใช้ในการปั่นทอนั้น มี ๒ ประเภทใหญ่ ๆ คือ เส้นใย

ธรรมชาติ (natural fibres) จากพืชหรือสัตว์ เช่น ฝ้าย ป่าน ปอ ขนแกะ ขนแพะ ไหม และเส้นใยสังเคราะห์ (synthetic fibres) ที่ประดิษฐ์ขึ้นโดยกรรมวิธีทางเคมี เช่น ไนลอน ไหมเทียม เป็นต้น

๑. **อุตสาหกรรมทอผ้าฝ้าย** ปัจจุบันมีการนำผ้าฝ้ายมาใช้ในการปั่นทอมากกว่าเส้นใยอย่างอื่น ๆ ทั้งหมด และอุตสาหกรรมทอผ้าฝ้ายกระจายตัวอยู่กว้างขวางมาก ทั้งในเขตปลูกฝ้ายและนอกเขตปลูกฝ้าย ทั้งนี้เนื่องจากฝ้ายเป็นวัตถุดิบที่เก็บไว้ได้นานไม่เสีย และขนส่งได้ง่าย ฉะนั้นโรงงานอุตสาหกรรมทอผ้าฝ้ายจึงไม่จำเป็นต้องตั้งอยู่ในเขตปลูกฝ้ายเสมอไป อุตสาหกรรมทอผ้าฝ้ายเป็นอุตสาหกรรมที่ไม่ต้องลงทุนมากนัก ใช้เครื่องจักรไม่สลับซับซ้อน และไม่ต้องการคนงานที่ต้องใช้ฝีมือมาก ฉะนั้น แม้แต่ในประเทศที่ยังไม่เจริญทางด้านอุตสาหกรรม ก็อาจจะมีอุตสาหกรรมทอผ้าฝ้ายของตนเองได้

เขตอุตสาหกรรมทอผ้าฝ้ายที่สำคัญ ๆ ของโลกมีดังนี้ คือ

๑. **อังกฤษ** มีศูนย์กลางการทอผ้าฝ้ายอยู่ในมณฑลแลงแคเชียร์ (Lancashire) ทางภาคตะวันตกเฉียงเหนือของอังกฤษ มีเมืองต่าง ๆ ที่มีชื่อในการทอผ้าฝ้ายที่สำคัญมาก คือ แมนเชสเตอร์ อุตสาหกรรมทอผ้าฝ้ายของอังกฤษที่มีศูนย์กลางอยู่ที่มณฑลแลงแคเชียร์ ก็โดยอาศัยความสะดวกในการขนส่งฝ้ายดิบจากสหรัฐอเมริกา ผ่านเมืองท่าลิเวอร์พูล ซึ่งอยู่ไม่ไกลจากเมืองแมนเชสเตอร์มากนัก และยังอยู่ใกล้กับแหล่งถ่านหินด้วย

๒. **สหรัฐอเมริกา** การทอผ้าฝ้ายในสหรัฐอเมริกาเป็นอุตสาหกรรมเก่าแก่พอ ๆ กับในอังกฤษ และหลังจากที่อังกฤษเสื่อมโทรมลง สหรัฐอเมริกาก็ได้ขึ้นมาแทนที่ และกลายเป็นประเทศที่ผลิตผ้าฝ้ายได้มากที่สุดของโลกในขณะนี้ ทั้งนี้อาศัยความได้เปรียบที่มีการปลูกฝ้ายเป็นจำนวนมากในสหรัฐอเมริกาด้วย ทำให้หาวัตถุดิบได้ง่าย เขตอุตสาหกรรมทอผ้าฝ้ายของสหรัฐอเมริกา แต่เดิมมีศูนย์กลางอยู่ในแคว้นนิวอิงแลนด์ แต่ต่อมาได้ค่อย ๆ เลื่อนที่มาอยู่ทางตอนใต้ของเขตเทือกภูเขาแอปปาเลเชียน ตั้งแต่ตอนใต้ของมลรัฐเวอร์จิเนียถึงมลรัฐแอละแบมา เนื่องจากอยู่ใกล้แหล่งถ่านหินและค่าจ้างแรงงานถูกกว่าในเขตนิวอิงแลนด์

๓. **อินเดีย** ในอินเดียมีบอมเบย์เป็นศูนย์กลางของการทอผ้าฝ้าย มีโรงงานทอผ้าฝ้ายขนาดใหญ่เป็นจำนวนมากตั้งอยู่ในเมืองนั้น นอกจากนี้การทอผ้าฝ้ายในอินเดียยังมีทำกันเป็นอุตสาหกรรมในครอบครัวอีกมากมาย คาดคะเนว่ามีพลเมืองที่มีอาชีพในการทอผ้าด้วยมือเป็นอุตสาหกรรมในครอบครัวไม่น้อยกว่า ๑๐ ล้านคน ใช้วัตถุดิบที่ผลิตขึ้นภายในประเทศ ซึ่งได้มาจากเขตปลูกฝ้ายทางตอนเหนือของคาบสมุทรเดคคาน

๔. **จีน** เนื่องจากจีนมีประชากรอยู่มาก ฉะนั้น จึงได้เปรียบในการหาตลาดจำหน่ายผ้าฝ้ายของตนเช่นเดียวกับในอินเดีย ศูนย์กลางการทอผ้าฝ้ายของจีนอยู่ที่เมืองเซี่ยงไฮ้ ซึ่งรับวัตถุดิบจากเขตปลูกฝ้ายแถบลุ่มแม่น้ำแยงซีเกียงมาป้อนโรงงาน

๕. **ญี่ปุ่น** ศูนย์กลางการทอผ้าฝ้ายของญี่ปุ่นมีอยู่ที่เมืองโอซากา ซึ่งได้รับสมญาว่าเป็นเมืองแมนเชสเตอร์ของญี่ปุ่น แม้ว่าญี่ปุ่นจะไม่มีการปลูกฝ้ายภายในประเทศของตน และต้องซื้อวัตถุดิบจากต่างประเทศ แต่ก็ได้เปรียบในด้านที่มีค่าจ้างแรงงานถูก และมีความสามารถในการประดิษฐ์ ทำให้สินค้าผ้าฝ้ายของญี่ปุ่นสามารถส่งออกไปจำหน่ายแข่งขันทั่วโลก

๒. **อุตสาหกรรมทอผ้าขนสัตว์** ปริมาณขนสัตว์ที่ผลิตได้ในโลกมีอยู่เพียง ๑๐ – ๑๕ % ของฝ้ายดิบ ฉะนั้น อุตสาหกรรมทอผ้าขนสัตว์จึงอยู่ในวงจำกัดกว่าอุตสาหกรรมทอผ้าฝ้าย และมีความสำคัญอยู่เพียงไม่กี่แห่ง วัตถุดิบของอุตสาหกรรมทอผ้าขนสัตว์นั้น ส่วนใหญ่ได้มาจากขนแกะ รองลงมาคือขนแพะ นอกจากนั้นยังได้จากสัตว์ชนิดอื่น ๆ เพียงเล็กน้อย

แหล่งอุตสาหกรรมทอผ้าขนสัตว์ที่สำคัญ ๆ ของโลก ได้แก่

๑. **อังกฤษ** มีศูนย์กลางอยู่ที่มณฑลยอร์กเชียร์ ซึ่งมีเมืองต่าง ๆ ที่มีโรงงานทอผ้าขนสัตว์ตั้งอยู่ ได้แก่เมืองแบรดฟอร์ด ลีดส์ ฮัดเดอร์สฟีลด์ แต่เดิมการทอผ้าขนสัตว์ในอังกฤษ ได้อาศัยขนแกะที่ผลิตขึ้นภายในประเทศ แต่ปัจจุบัน อังกฤษสั่งซื้อขนแกะจากออสเตรเลียเป็นจำนวนมาก มาป้อนโรงงานของตน

๒. **ประเทศอื่น ๆ ในยุโรป** นอกจากอังกฤษ ก็มีอุตสาหกรรมทอผ้า

ขนสัตว์ในเขตอุตสาหกรรมของประเทศต่าง ๆ ในยุโรป ได้แก่ในภาคเหนือของฝรั่งเศส ภาคกลางและภาคตะวันตกของเบลเยี่ยม ลุ่มแม่น้ำไรน์ในเยอรมันตะวันตก ภาคเหนือของสวิส และลุ่มแม่น้ำโปในอิตาลี

๓. **สหรัฐอเมริกา** ศูนย์กลางอุตสาหกรรมทอผ้าขนสัตว์ของสหรัฐอเมริกามีอยู่ที่แคว้นนิวอิงแลนด์ ซึ่งมีเมืองบอสตันเป็นเมืองสำคัญ

ขนสัตว์นอกจากจะนำมาทอเป็นผ้าแล้ว ยังใช้ทอเป็นพรมด้วย การทอพรมขนสัตว์ มีทั้งที่ทำกันในโรงงานอุตสาหกรรมในสหรัฐอเมริกา และในยุโรป และที่ทำกันเป็นอุตสาหกรรมพื้นเมืองในเอเชียตะวันตกเฉียงใต้ด้วย โดยเฉพาะในประเทศตุรกีและอิหร่าน ซึ่งผลิตพรมขนสัตว์ชั้นดีที่มีชื่อเสียงเป็นที่นิยมกันทั่วโลก พรมขนสัตว์จากประเทศในเอเชียตะวันตกเฉียงใต้เหล่านั้น ผลิตขึ้นในครอบครัวตามหมู่บ้านเล็ก ๆ และส่งมาจำหน่ายให้กับพ่อค้าที่รับซื้อส่งต่างประเทศอีกทีหนึ่ง แม้ว่าจะไม่ได้ทำขึ้นโดยเครื่องจักร แต่ก็เป็นสินค้าประเภทที่ใช้ฝีมือที่ได้รับความนิยมกัน เช่นเดียวกับผ้าไหมของไทย

๓. **อุตสาหกรรมทอผ้าลินิน** ผ้าลินินซึ่งทอขึ้นจากป่านลินิน หรือแฟลกซ์ ปัจจุบันลดความสำคัญลงไปมาก เนื่องจากมีราคาแพง แข่งขันสู้ผ้าฝ้ายไม่ได้ แหล่งอุตสาหกรรมทอผ้าลินินที่สำคัญที่สุด มีอยู่ที่ไอร์แลนด์เหนือซึ่งมีเมืองเบลฟัสต์เป็นศูนย์กลาง นอกจากนั้นก็มีอยู่ในสกอตแลนด์ เบลเยียมฝรั่งเศส และเยอรมนี

๔. **อุตสาหกรรมทอผ้าไหม และใยสังเคราะห์** การทอผ้าไหมเป็นอุตสาหกรรมที่เริ่มขึ้นในเอเชีย ต่อมาได้แพร่หลายเข้าไปในทวีปอื่น นอกจากจีนและญี่ปุ่น ซึ่งเคยมีชื่อเสียงมาก่อนประเทศอื่น ๆ การทอผ้าไหมในปัจจุบันมีทำกันในบางประเทศในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ เช่น ไทย ลาว และบางประเทศในยุโรป เช่น ฝรั่งเศส ซึ่งมีเมืองลีอองส์เป็นศูนย์กลาง อิตาลีมีเมืองมิลานเป็นศูนย์กลาง และสวิสมีเมืองซูริกเป็นศูนย์กลาง ในสหรัฐอเมริกาก็มีเมืองแพเตอร์สัน สแครนตัน และวิลคส์—แบรี ในมลรัฐนิวเจอร์ซี และเพนซิลเวเนียเป็นศูนย์กลาง

หลังจากที่มีการนิยมใช้เส้นใยสังเคราะห์มากขึ้นตั้งแต่สงครามโลกครั้ง

ที่หนึ่งเป็นต้นมา ความสำคัญของไหมได้ลดลงตามลำดับ ประเทศต่าง ๆ ที่เคยมีความสำคัญในการทอผ้าไหมมาก่อน ได้หันไปใช้เส้นใยสังเคราะห์เป็นวัตถุดิบมากขึ้น เพราะมีราคาถูกกว่า และผลิตได้มากกว่า การทอผ้าไหมจึงหดแคบลง และยังคงมีทำอยู่มากเฉพาะในเขตที่มีการเลี้ยงไหม และมีค่าจ้างแรงงานถูก เช่นในเอเชีย และภาคใต้ของยุโรป

อุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์จากไม้และหนังสัตว์

อุตสาหกรรมประเภทนี้นำไม้หรือหนังสัตว์มาผ่านกรรมวิธีต่าง ๆ เป็นวัตถุสำเร็จรูป ได้แก่การทำแผ่นไม้สำเร็จรูป การทำเครื่องเรือน การทำเยื่อกระดาษและกระดาษ การพิมพ์หนังสือ การฟอกหนัง การทำรองเท้า

๑. **อุตสาหกรรมทำไม้แผ่นสำเร็จรูป** อุตสาหกรรมชนิดนี้ได้แก่การนำซุงมาเลื่อยตัดเป็นแผ่นกระดาน หรือไปผ่านกรรมวิธีเป็นไม้อัดและไม้สำเร็จรูปต่าง ๆ เนื่องจากวัตถุดิบของอุตสาหกรรมคือไม้ซุงมีน้ำหนักมาก ฉะนั้นอุตสาหกรรมทำไม้แผ่นสำเร็จรูป จึงมักตั้งอยู่ในแหล่งป่าไม้หรือใกล้แหล่งป่าไม้ที่มีการคมนาคมสะดวก โดยเฉพาะอย่างยิ่งการขนส่งทางแม่น้ำลำคลองที่เสียค่าใช้จ่ายน้อย ศูนย์กลางของอุตสาหกรรมนี้มีอยู่ในสหรัฐอเมริกา แคนาดา สวีเดน ฟินแลนด์ เยอรมนี และโซเวียตรุสเซีย

๒. **อุตสาหกรรมทำเครื่องเรือน** การทำเครื่องเรือนหรือเฟอร์นิเจอร์ ใช้ไม้เป็นวัตถุดิบเป็นส่วนใหญ่ แต่มักจะตั้งอยู่ตามเมืองใหญ่ ๆ ที่มีประชาชนอยู่หนาแน่น ทั้งนี้เนื่องจากเครื่องเรือนนั้นต้องการความระมัดระวังในการขนส่งมาก เนื่องจากเป็นอุตสาหกรรมที่ไม่ต้องลงทุนมากนัก จึงมีอยู่โดยทั่ว ๆ ไปในเกือบทุกประเทศ แต่ที่ผลิตได้มากจนส่งเป็นสินค้าไปจำหน่ายในตลาดโลกนั้น ได้มาจากสหรัฐอเมริกา แคนาดา ยุโรปตะวันตก และญี่ปุ่น

๓. **อุตสาหกรรมทำเยื่อกระดาษและกระดาษ** การทำเยื่อกระดาษ (**wood pulp**) เป็นการนำไม้มาบดให้ละเอียด โดยผ่านกรรมวิธีทางกลศาสตร์และทางเคมี ซึ่งในที่สุดจะได้เยื่อกระดาษที่นำไปใช้ในอุตสาหกรรมทำกระดาษต่อไป วัตถุดิบที่จะนำมาทำเยื่อกระดาษนั้นคือไม้เนื้ออ่อน ซึ่งส่วนใหญ่ก็ได้จากไม้สน ด้วยเหตุนี้อุตสาหกรรมทำเยื่อกระดาษจึงมักตั้งอยู่ในแหล่งป่าไม้สน ที่ขนส่ง

วัตถุดิบมาป้อนโรงงานได้ง่าย ประเทศที่มีอุตสาหกรรมชนิดนี้มากก็ได้แก่ สหรัฐ-อเมริกา แคนาดา นอรเว สวีเดน ฟินแลนด์ สหภาพโซเวียต และญี่ปุ่น

ส่วนการทำกระดาษนั้นใช้วัตถุดิบหลายอย่าง ที่สำคัญคือเยื่อกระดาษ แต่ก็มีวัตถุอย่างอื่นๆที่นำมาใช้ได้ด้วย เช่น กระดาษที่ใช้แล้ว ฟางข้าว ป่าน ปอ และชานอ้อยเป็นต้น อุตสาหกรรมทำกระดาษจึงมักตั้งอยู่ในแหล่งที่มีวัตถุดิบ ตลอดจนมีพลังงานไฟฟ้าหรือถ่านหินที่จะนำมาใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมด้วย

๔. **อุตสาหกรรมฟอกหนังและทำรองเท้า** วัตถุดิบของอุตสาหกรรมฟอกหนัง คือ หนังวัว หนังแกะ และหนังสัตว์บางชนิด เช่น ควายและอูฐ นอกจากนี้ยังต้องใช้ฝาดในการฟอก ซึ่งแต่เดิมฝาดนั้นได้มาจากเปลือกไม้บางชนิด แต่ปัจจุบันอาจสกัดได้จากสารเคมีบางอย่าง

ทั้งอุตสาหกรรมฟอกหนังและการทำสินค้าจากหนังสัตว์ที่ฟอกแล้ว มีอยู่โดยทั่ว ๆ ไปในประเทศต่าง ๆ แต่แหล่งที่สำคัญนั้นมีอยู่ในสหรัฐอเมริกา ในยุโรปและในญี่ปุ่น ซึ่งเป็นประเทศที่เจริญทางด้านอุตสาหกรรมและสั่งซื้อหนังสัตว์เป็นวัตถุดิบมาจากอเมริกาใต้ แอฟริกา และออสเตรเลีย

อุตสาหกรรมผลิตอาหารสำเร็จรูป

อุตสาหกรรมผลิตอาหารสำเร็จรูปที่สำคัญก็ได้แก่การทำอาหารกระป๋องและอาหารแช่เย็น การฆ่าสัตว์ การทำเครื่องดื่มบรรจุขวดที่มีอัลโกฮอลปน และไม่มีปน

๑. **อุตสาหกรรมผลิตอาหารกระป๋องและอาหารแช่เย็น** การทำผักและผลไม้กระป๋อง มีทำกันอยู่มากในเขตที่มีการปลูกผักและผลไม้เป็นการค้า เพราะวัตถุดิบของอุตสาหกรรมประเภทนี้เสียหายได้ง่าย ไม่เหมาะที่จะขนส่งในระยะทางไกล ๆ อุตสาหกรรมผลิตอาหารกระป๋องมีทำกันมากในมลรัฐแคลิ-ฟอร์เนีย และมลรัฐนิวยอร์ก นิวเจอร์ซีและแมริแลนด์ของสหรัฐอเมริกา ในภาคตะวันออกเฉียงใต้ของอังกฤษ ในภาคใต้ของฝรั่งเศส สเปนและอิตาลี นอกจากการทำอาหารกระป๋อง ในปัจจุบันได้นิยมผลิตอาหารแช่เย็นมากขึ้น โดยใช้กรรมวิธีที่เรียกว่า Quick freezing ซึ่งทำให้ผักหรือผลไม้รักษาความสดไว้ได้โดยไม่เสื่อมคุณภาพ

๒. **อุตสาหกรรมฆ่าสัตว์** การฆ่าสัตว์และตระเตรียมผลิตผลจากสัตว์ออกจำหน่าย เช่น ทำเป็นเนื้อแช่เย็น ไส้กรอก ไขมัน นับเป็นอุตสาหกรรมสำคัญอย่างหนึ่ง ซึ่งแม้ว่าจะมีทำกันทั่ว ๆ ไปในทุกประเทศ แต่ที่ทำกันเป็นอุตสาหกรรมใหญ่ ๆ นั้น มีอยู่เพียงบางประเทศที่มีการเลี้ยงสัตว์เป็นจำนวนมากและส่งผลิตภัณฑ์จากสัตว์ออกจำหน่ายแก่ตลาดในประเทศหรือต่างประเทศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งนับตั้งแต่ได้มีการประดิษฐ์เครื่องทำความเย็นติดตั้งในเรือเดิน-สมุทรหรือในรถไฟ ได้ทำให้สามารถส่งเนื้อสัตว์ไปจำหน่ายได้เป็นระยะทางไกล ๆ มากขึ้น ทำให้อุตสาหกรรมฆ่าสัตว์สามารถดำเนินงานใหญ่ที่ต้องลงทุนเป็นจำนวนมาก แหล่งอุตสาหกรรมฆ่าสัตว์ที่สำคัญมีศูนย์กลางอยู่ที่ออสเตรเลีย นิวซีแลนด์ อาร์เจนตินา อุรุกวัย และสหรัฐอเมริกา

อุตสาหกรรมผลิตเครื่องจักรกลและยานพาหนะ

อุตสาหกรรมประเภทนี้มีจำกัดอยู่เฉพาะในประเทศที่เจริญก้าวหน้าทางด้านอุตสาหกรรมเท่านั้น เนื่องจากเป็นอุตสาหกรรมที่ต้องการกรรมวิธีสลับซับซ้อน ใช้เครื่องจักรขนาดใหญ่และมีการลงทุนมาก มีการผลิตเครื่องจักรที่ใช้ในอุต-สาหกรรม เครื่องจักรที่ใช้ในการกสิกรรม เครื่องอุปกรณ์รถไฟ รถยนต์ เครื่องบิน เรือเดินสมุทร ตลอดจนสินค้าประเภทเครื่องไฟฟ้าต่าง ๆ

๑. **อุตสาหกรรมผลิตเครื่องจักรที่ใช้ในอุตสาหกรรม** อุตสาหกรรมผลิตเครื่องจักรที่ใช้ในการอุตสาหกรรม โดยมากมักตั้งอยู่ในเขตที่มีอุตสาหกรรมประเภทนั้น ๆ อยู่หนาแน่น เพื่อเป็นการประหยัดค่าขนส่งและเพื่อความสะดวกในการซ่อมแซมเมื่อเกิดสึกหรอหรือติดขัด อย่างเช่นอุตสาหกรรมผลิตเครื่องจักรทอผ้า ก็มักตั้งอยู่ในเขตที่มีอุตสาหกรรมทอผ้า นอกจากการผลิตเครื่องจักรยังรวมไปถึงการผลิตเครื่องยนต์และเครื่องกำเนิดไฟฟ้าให้พลังงานและแสงสว่างเพื่อใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมและเหมืองแร่ด้วย ประเทศที่มีความสำคัญในการผลิตเครื่องจักรที่ใช้ในอุตสาหกรรม ก็ได้แก่สหรัฐอเมริกา สหราชอาณาจักร เยอรมนี ฝรั่งเศส เบลเยียม อิตาลี สวิส สวีเดน และญี่ปุ่น

๒. **อุตสาหกรรมผลิตเครื่องจักรที่ใช้ในกสิกรรม** สหรัฐอเมริกาเป็นประเทศแรกที่เริ่มการผลิตเครื่องจักรใช้ในกสิกรรม เพราะมีเนื้อที่เพาะปลูกมาก

แต่มีแรงงานน้อย ปัจจุบันสหรัฐอเมริกาก็ยังคงนำหน้าในการผลิตเครื่องจักรต่างๆ ที่ใช้ในการเพาะปลูก เช่น รถแทรกเตอร์ เครื่องจักรไถพรวนดิน เครื่องจักรเก็บเกี่ยว เครื่องจักรรีดนมวัว เป็นต้น นอกจากสหรัฐอเมริกา ก็มีสหภาพโซเวียต และสหราชอาณาจักร ที่มีความสำคัญในอุตสาหกรรมประเภทนี้

๓. **อุตสาหกรรมผลิตรถจักรและอุปกรณ์รถไฟ** รถจักรที่ใช้กันในขณะนี้มี ๓ ชนิด คือ รถจักรไอน้ำ รถจักรดีเซล และรถจักรไฟฟ้า รถจักรไอน้ำใช้กันมานานเก่าแก่กว่ารถจักรประเภทอื่น ๆ แต่ปัจจุบันลดความสำคัญไปมาก เนื่องจากเปลืองเชื้อเพลิงมากมีเถ้าถ่านสกปรก และใช้เวลานานในการติดเครื่องหรือดับเครื่อง ยังคงมีใช้ในบางประเทศที่มีถ่านหินอยู่มาก เช่น ในสหราชอาณาจักร เยอรมนี แคนาดาและอินเดีย ส่วนรถจักรดีเซลนั้น ใช้น้ำมันเป็นเชื้อเพลิงเปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้าขับเคลื่อนรถจักร ใช้ได้สะดวกและประหยัด จึงได้รับความนิยมอยู่มากในขณะนี้ สำหรับรถจักรไฟฟ้า ซึ่งอาศัยพลังงานไฟฟ้าจากสายที่ขึงอยู่เหนือรางรถไฟ หรือจากรางพิเศษบนพื้นดินมีใช้กันมากในประเทศที่ผลิตไฟฟ้าจากพลังน้ำได้มาก อย่างเช่นในสวิส นอรเว สวีเดน และอิตาลี

สหรัฐอเมริกานำหน้าประเทศอื่น ๆ ในการผลิตรถจักรและอุปกรณ์รถไฟ มีศูนย์กลางอยู่ที่เมืองชิกาโกและพิตสเบอร์ก นอกจากสหรัฐอเมริกาก็มีสหภาพโซเวียต สหราชอาณาจักร เยอรมนี เบลเยียม อิตาลี และญี่ปุ่น

๔. **อุตสาหกรรมผลิตรถยนต์** แม้ว่าการสร้างรถยนต์จะเป็นอุตสาหกรรมที่เริ่มขึ้นในยุโรป แต่ปัจจุบันสหรัฐอเมริกากลับเป็นประเทศที่นำหน้าในการผลิตและการใช้รถยนต์มากกว่าประเทศอื่น ๆ ทั้งหมด ในปี พ.ศ. ๒๕๐๒ ประเทศต่าง ๆ ทั่วโลกผลิตรถยนต์ได้ ๑๓.๙๒ ล้านคัน ในจำนวนนี้ผลิตจากสหรัฐอเมริกา ๖.๗๒ ล้านคัน เยอรมันตะวันตก ๑.๗๒ ล้านคัน สหราชอาณาจักร ๑.๕๖ ล้านคัน ฝรั่งเศส ๑.๒๘ ล้านคัน สหภาพโซเวียต ๕๔๐,๐๐๐ คัน อิตาลี ๕๐๐,๐๐๐ คัน ญี่ปุ่น ๔๒๑,๐๐๐ คัน ออสเตรเลีย ๒๖๓,๐๐๐ คัน และสวีเดน ๑๑๒,๐๐๐ คัน

๕. **อุตสาหกรรมต่อเรือเดินสมุทร** อุตสาหกรรมต่อเรือเดินสมุทรผิดกับอุตสาหกรรมประเภทอื่น ๆ โดยที่ไม่ได้ผลิตเป็นจำนวนมาก ๆ และไม่ได้ทำล่วงหน้าเพื่อส่งไปจำหน่ายในท้องตลาด แต่มีการผลิตต่อเมื่อมีผู้แจ้งความต้อง

การแล้ว ที่เป็นเช่นนี้เพราะเป็นสินค้าที่มีความต้องการในท้องตลาดน้อยประการหนึ่ง และมีราคาสูงอีกประการหนึ่ง ตลอดจนต้องสร้างให้เหมาะสมกับความต้องการของผู้ซื้อด้วย

สหราชอาณาจักร เป็นประเทศที่มีความสำคัญในการต่อเรือเดินสมุทรก่อนประเทศอื่น ๆ และรักษาความสำคัญเป็นอันดับหนึ่งในอุตสาหกรรมประเภทนี้เรื่อยมา จนถึงภายหลังสงครามโลกครั้งที่สองจึงถูกญี่ปุ่นแย่งอันดับหนึ่งไปได้ ศูนย์กลางการต่อเรือของสหราชอาณาจักรมีอยู่ที่เมืองกลาสโกว์ในสกอตแลนด์ และเมืองนิวคาสเซิลในอังกฤษ โดยเฉพาะเมืองกลาสโกว์นั้นมีชื่อเสียงมาก และเรือโดยสารขนาดใหญ่ที่สุดของโลก ๒ ลำคือ เรือควีนแมรี่ และควีนอลิซาเบ็ธก็ต่อที่เมืองนั้น

ญี่ปุ่นได้เร่งสร้างอุตสาหกรรมต่อเรือของตนตั้งแต่ภายหลังสงครามโลกครั้งที่สองเป็นต้นมาและรุดก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว เพราะค่าจ้างแรงงานถูก และมีวิธีการที่ทันสมัย ส่วนใหญ่ต่อเรือสินค้าขนาดเล็กและเรือบรรทุกน้ำมัน มีศูนย์กลางที่เมืองโกเบและนากาซากิ

นอกจากนี้ก็มีเยอรมันตะวันตก สวีเดน เนเธอร์แลนด์ สหรัฐอเมริกา อิตาลี ฝรั่งเศส นอรเว และเดนมาร์ก ที่มีความสำคัญในการต่อเรือตามลำดับถัดจากญี่ปุ่นและสหราชอาณาจักร

๖. **อุตสาหกรรมเครื่องไฟฟ้าและอีเล็กโทรนิกส์** ได้แก่การผลิตเครื่องอุปกรณ์ไฟฟ้าเช่น ตู้เย็น พัดลม เตารีด และเครื่องอีเล็กโทรนิกส์ เช่น วิทยุ โทรทัศน์และเครื่องมือสื่อสารต่าง ๆ ประเทศที่มีความสำคัญในอุตสาหกรรมประเภทนี้ก็ได้แก่สหรัฐอเมริกา ซึ่งมีศูนย์กลางอยู่ที่แคว้นนิวอิงแลนด์มลรัฐนิวยอร์กและอิลลินอยส์ ในยุโรปก็มีสหราชอาณาจักร เนเธอร์แลนด์ เยอรมันตะวันตก และอิตาลี ที่มีชื่อในการผลิตสินค้าประเภทนี้ และที่สำคัญมากในปัจจุบัน คือประเทศญี่ปุ่น ซึ่งได้ก้าวหน้ามากจนสามารถส่งสินค้าของตนไปจำหน่ายทั่วโลก

อุตสาหกรรมเคมี

อุตสาหกรรมเคมีในปัจจุบันขยายออกไปกว้างขวางมาก และผลิตสินค้า

ต่าง ๆ มากมายหลายชนิด วัตถุดิบของอุตสาหกรรมเคมีนั้นนอกจากก๊าซต่าง ๆ ที่มีอยู่ในอากาศแล้ว ยังได้จากแร่ธาตุบางอย่างเช่นกำมะถัน เกลือ ถ่านหิน น้ำมัน โปแตช ไนเตรต ฟอสเฟต และเยื่อพืช วัตถุดิบต่าง ๆ เหล่านี้ได้นำมาผ่านกรรมวิธีทางเคมี จนสามารถผลิตเป็นวัตถุสำเร็จรูปออกจำหน่ายได้มากมายหลายชนิด เช่น เป็นยางสังเคราะห์ ปลาสติก วัตถุระเบิด ปุ๋ยเคมี ยาฟอกสีและสีย้อมผ้า ยารักษาโรค ฯลฯ เป็นต้น

๑. **อุตสาหกรรมผลิตปุ๋ยเคมี** วัตถุดิบของอุตสาหกรรมทำปุ๋ยเคมีคือก๊าซไนโตรเจนในอากาศและแร่โปรแตช ไนเตรตและฟอสเฟต ประเทศที่มีการผลิตปุ๋ยเคมีมากได้แก่ สหรัฐอเมริกา สหราชอาณาจักร เยอรมนี ฝรั่งเศส และญี่ปุ่น

๒. **อุตสาหกรรมผลิตยางสังเคราะห์** เยอรมนีเป็นประเทศแรกที่เริ่มผลิตยางสังเคราะห์หรือยางเทียมขึ้นในระหว่างสงครามโลกครั้งที่หนึ่ง แต่การใช้ยางสังเคราะห์ เพิ่งจะมาแพร่หลายในระหว่างสงครามโลกครั้งที่สอง เมื่อมีวิธีการผลิตดีขึ้น ปัจจุบันการใช้ยางสังเคราะห์ได้เพิ่มขึ้นอย่างมากมาย จนมีมากกว่าปริมาณของยางธรรมชาติ ทั้งนี้เพราะยางสังเคราะห์มีคุณภาพดีเท่าเทียมหรือดีกว่ายางธรรมชาติ แต่มีราคาสูงกว่ายางธรรมชาติเพียงเล็กน้อย ประเทศที่ผลิตยางสังเคราะห์ได้มากที่สุดในขณะนี้คือ สหรัฐอเมริกา รองลงมาคือ เยอรมนี สหราชอาณาจักร และฝรั่งเศส

๓. **อุตสาหกรรมผลิตวัตถุระเบิด** แต่เดิมวัตถุระเบิดทำจากส่วนผสมของถ่าน กำมะถันและดินประสิว แต่ต่อมาได้มีการค้นคิดวิธีผลิตจากวัตถุดิบอื่น ๆ มากขึ้น เช่น จากเยื่อพืช น้ำมันและไขมันจากพืชและสัตว์ จากอัลโกฮอลซึ่งกลั่นจากข้าว จากก๊าซไนโตรเจน หรือจากผลพลอยได้ที่ได้จากการกลั่นน้ำมันและทำก๊าซ ปริมาณวัตถุระเบิดที่นำไปใช้ในการขุดแร่ การสร้างอุโมงค์ ทางรถไฟ ขุดคลอง และกิจการต่าง ๆ ได้เพิ่มมากขึ้นตามลำดับ นอกจากการนำไปใช้ในการสร้างอาวุธที่ใช้ในการสงคราม

๔. **อุตสาหกรรมผลิตปลาสติก** เป็นอุตสาหกรรมที่เจริญขึ้นในระหว่างสงครามโลกครั้งที่สอง ซึ่งวิวัฒนาการมาจากการทำเซลลูลอยด์ นักเคมีได้คิด

ส่วนผสมของปลาสติกไว้หลายอย่าง ทำให้สามารถผลิตปลาสติกที่มีคุณสมบัติต่าง ๆ เช่น มีความแข็งมาก หรือมีความเหนียว หรือโปร่งแสง หรือทึบแสง ตลอดจนมีสีสันต่าง ๆ ตามที่ต้องการ การใช้ปลาสติกจึงขยายตัวออกไปกว้างขวางมาก และได้นำมาประดิษฐ์เป็นสินค้าต่าง ๆ มากมายหลายชนิด วัตถุดิบของอุตสาหกรรมทำปลาสติกที่สำคัญคือ เยื่อพืช ได้มาจากไม้หรือฝ้าย และสารต่าง ๆ ที่สกัดมาจากพืช สัตว์ หรือแร่ธาตุ

การพาณิชย์

มนุษย์มีการค้าติดต่อกัน เพื่อแลกเปลี่ยนสินค้าและบริการ การที่คนเราจะผลิตสิ่งของทุก ๆ อย่างเพื่อเลี้ยงตนเอง โดยไม่ต้องแลกเปลี่ยนกับผู้อื่นนั้นย่อมเป็นไปไม่ได้ เพราะมีข้อจำกัดอยู่หลายอย่าง ทั้งทางด้านสภาพแวดล้อมธรรมชาติ และสภาพแวดล้อมทางด้านวัฒนธรรม ฉะนั้นจึงผลิตสินค้าเฉพาะที่ตนมีความสามารถหรือมีความชำนิชำนาญ และสามารถผลิตได้ในสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติของท้องถิ่นนั้น แล้วจึงนำสินค้านั้นไปซื้อขายแลกเปลี่ยนกับสินค้าอย่างอื่นที่ต้องการต่อไป ตามสภาพทางเศรษฐกิจนั้น กลุ่มชนที่มีการซื้อขายแลกเปลี่ยนมากขึ้นเท่าใด ก็จะมีความเจริญทางเศรษฐกิจสูงมากขึ้นเท่านั้น เพราะแต่ละคนในกลุ่มชนนั้นมีโอกาสที่จะใช้ความรู้ความชำนาญผลิตสินค้าโดยเฉพาะอย่างได้มากขึ้น ตรงกันข้ามกับกลุ่มชนที่มีเศรษฐกิจแบบยังชีพ พยายามผลิตสิ่งของเพื่อความจำเป็นในการดำรงชีวิตด้วยตนเอง ย่อมมีความเจริญทางเศรษฐกิจอยู่ในขั้นต่ำ เพราะสินค้าที่ผลิตขึ้นจะมีคุณภาพต่ำ และมีปริมาณน้อย

การพาณิชย์แบ่งออกเป็น ๒ ประเภทใหญ่ ๆ คือ การค้าภายในประเทศและการค้าต่างประเทศ การค้าภายในประเทศนั้นเป็นการค้าขายแลกเปลี่ยนสินค้า หรือบริการระหว่างท้องถิ่นต่าง ๆ ภายในประเทศเดียวกัน ซึ่งตามปกติการค้าเช่นนี้ทำได้สะดวกไม่มีข้อยุ่งยาก เพราะไม่ต้องเสียภาษีผ่านแดน หรือมีการกำหนดห้ามส่งสินค้าผ่านท้องถิ่น ทั้งยังได้รับความสนับสนุนจากรัฐบาลของประเทศ ในการให้ความสะดวกในการขนส่ง และการจำหน่ายด้วย ผิดกับการค้าต่างประเทศ ซึ่งต้องแข่งขันกันในด้านการหาตลาดจำหน่าย ตลอดจนอาจจะถูกกีดกันจากประเทศอื่น ซึ่งตั้งกำแพงภาษีไว้สูงๆ หรือกำหนดโควต้า

สินค้าที่จะรับซื้อเป็นต้น การค้าต่างประเทศจะมีมากน้อยเพียงใดจึงต้องคำนึงถึงคุณภาพของสินค้า ราคาของสินค้า ประสิทธิภาพในการดำเนินงานของพ่อค้าผู้หาตลาดจำหน่าย ตลอดจนสัมพันธไมตรีระหว่างประเทศผู้ทำการค้าร่วมกัน

ในที่นี้จะได้พิจารณาเฉพาะในด้านการค้าต่างประเทศ เพื่อศึกษาดูว่าภูมิภาคต่าง ๆ ของโลกนั้นมีการค้าขายติดต่อกันอย่างไรบ้าง และจะได้อธิบายเป็น ๓ หัวข้อ คือ

๑. ปริมาณการค้าต่างประเทศทั่วโลก
๒. จุดหมายปลายทาง และประเภทของสินค้าออก
๓. แหล่งกำเนิด และประเภทของสินค้าเข้า

ปริมาณการค้าต่างประเทศทั่วโลก

ใน พ.ศ. ๒๕๐๓ ปรากฏว่าประเทศต่าง ๆ ทั่วโลกมีการค้าต่างประเทศรวมกันเป็นมูลค่าประมาณ ๕,๓๐๐ พันล้านบาท ซึ่งคิดจากมูลค่าของสินค้าเข้าและสินค้าออกรวมกัน ในจำนวนนี้ปรากฏว่า ประเทศในยุโรปตะวันตกและแองโกลอเมริกา มีการค้าต่างประเทศเป็นมูลค่าถึง ๖๐ % ของการค้าต่างประเทศทั่วโลก คือ ประเทศในยุโรปตะวันตก ซื้อสินค้าเข้าและส่งสินค้าออกเป็นมูลค่าประมาณ ๒,๑๕๐ พันล้านบาท หรือประมาณ ๔๐ % ของโลก และแองโกลอเมริกาประมาณ ๑,๑๐๐ พันล้านบาท หรือประมาณ ๒๐% ของโลก ถ้าหากจะคิดเป็นรายประเทศ ปรากฏว่า สหรัฐอเมริกาเป็นประเทศที่มีการค้าต่างประเทศมากที่สุดของโลก คือส่งสินค้าออก และสั่งสินค้าเข้ารวมกันมีมูลค่าประมาณ ๘๐๐ พันล้านบาท หรือประมาณ ๑๕ % ของโลก รองลงมาคือสหราชอาณาจักร ซึ่งมีปริมาณการค้าต่างประเทศประมาณ ๘ % ของโลก และเยอรมันตะวันตก ประมาณ ๗.๕% ของโลก

การที่ยุโรปตะวันตกและแองโกลอเมริกา มีการค้าต่างประเทศเป็นจำนวนมาก ก็เนื่องจากภูมิภาคทั้งสองแห่งของโลกนั้น มีความเจริญทางเศรษฐกิจสูงอันเป็นผลมาจากความอุดมสมบูรณ์ของทรัพยากร และความสามารถของพลเมืองในการนำทรัพยากรมาใช้ประโยชน์ สามารถผลิตสินค้าได้มาก ในขณะเดียวกันก็มีอำนาจซื้อสูง จึงทำให้มีการส่งสินค้าออก และซื้อสินค้าเข้ามากกว่าภูมิภาคอื่น ๆ ของโลก และจะเห็นได้ว่า ทวีปเอเชีย แอฟริกา อเมริกาใต้นั้น

มีการค้าต่างประเทศน้อยมาก ประเทศต่าง ๆ ในทวีปเอเชียรวมกัน ถ้าไม่รวมสาธารณประชาชนจีนด้วยแล้ว มีการค้าต่างประเทศมากกว่าของสหราชอาณาจักรเพียงเล็กน้อย ประเทศญี่ปุ่นซึ่งมีปริมาณการค้าต่างประเทศมากเป็นอันดับที่หนึ่งของเอเชีย แต่ก็เป็นอันดับที่ ๘ ของโลก อินเดียเป็นประเทศใหญ่มีประชากรถึงเกือบ ๔๐๐ ล้านคน แต่มีปริมาณการค้าต่างประเทศน้อยกว่าประเทศสวิส ซึ่งมีประชากรเพียง ๖ ล้านคน และมีขนาดเล็กกว่าอินเดียถึง ๗๐ เท่า

จุดหมายปลายทางและประเภทของสินค้าออก

สินค้าออกที่ส่งไปจากประเทศต่าง ๆ นั้น มีจุดหมายปลายทางที่อาจแบ่งออกได้เป็น ๓ กลุ่มใหญ่ ๆ คือ

๑. **สินค้าออกที่ส่งไปยังทวีปยุโรป** ประเทศที่ส่งสินค้าออกไปจำหน่ายให้แก่ยุโรปก็ได้แก่ประเทศในทวีปยุโรปทั้งหมด ประเทศส่วนใหญ่ในแอฟริกาซึ่งเคยเป็นอาณานิคมของประเทศในยุโรปมาก่อน ประเทศในเอเชียตะวันตกเฉียงใต้ ซึ่งส่งน้ำมันไปจำหน่ายให้กับยุโรป ประเทศอินเดีย ลังกา สหพันธ์มาเลเซีย ออสเตรเลีย และนิวซีแลนด์ ซึ่งมีการค้าขายกับสหราชอาณาจักรอยู่มาก นอกจากนี้ก็มีสหรัฐอเมริกา บราซิล และอาร์เจนตินา ซึ่งส่งสินค้าออกส่วนใหญ่ไปจำหน่ายให้กับยุโรปเช่นกัน

๒. **สินค้าออกที่ส่งไปยังแองโกลอเมริกา** ประเทศที่ส่งสินค้าออกไปจำหน่ายให้แก่แคนาดา หรือสหรัฐอเมริกาก็ได้แก่ แคนาดา ซึ่งมีการค้าขายกับสหรัฐอเมริกามากกว่ากับประเทศอื่น ๆ ตลอดจนประเทศอื่น ๆ ในทวีปอเมริกาเหนือและทวีปอเมริกาใต้ ยกเว้นประเทศบราซิลกับอาร์เจนตินา ก็ส่งสินค้าออกไปให้แก่แองโกลอเมริกาเป็นส่วนใหญ่เช่นกัน

๓. **สินค้าออกที่ส่งไปยังเอเชีย** ประเทศที่ส่งสินค้าออกส่วนใหญ่ของตนไปยังเอเชีย ก็ได้แก่ประเทศในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (ยกเว้นสหพันธ์มาเลเซียและฟิลิปปินส์) และประเทศญี่ปุ่นกับจีนคณะชาติ

ถ้าจะพิจารณาแบ่งประเภทของสินค้าออก ก็อาจแบ่งออกได้เป็น ๓ ประเภทใหญ่ ๆ คือ สินค้าออกประเภทเครื่องจักรและอุตสาหกรรม สินค้าออกประเภทอาหาร และสินค้าออกประเภทวัตถุดิบ

๑. **สินค้าออกประเภทเครื่องจักรและอุตสาหกรรม** ประเทศต่าง ๆ ที่ส่งสินค้าออกประเภทเครื่องจักรและอุตสาหกรรม ก็ได้แก่สหรัฐอเมริกา แคนาดา และประเทศส่วนใหญ่ในยุโรป ในเอเชียมีเพียงประเทศเดียวที่มีความสำคัญในการส่งสินค้าออกประเภทนี้ คือ ญี่ปุ่น

๒. **สินค้าออกประเภทอาหาร** ประเทศที่ส่งสินค้าออกประเภทอาหารมีจำนวนมากกว่าประเทศอื่น ๆ ทั้งหมด ซึ่งประเทศเหล่านี้มักมีสินค้าออกสำคัญหนึ่งหรือสองอย่างที่จัดอยู่ในประเภทอาหาร อย่างเช่นประเทศกานา ส่งโกโก้ออกประมาณ ๘๕ % ของสินค้าออก ประเทศเอกวาดอร์ในอเมริกาใต้ ส่งกล้วยและโกโก้มีมูลค่า ๙๘ % ของสินค้าออก ประเทศไอซแลนด์ ส่งปลาเป็นสินค้าออกมีมูลค่าประมาณ ๘๘ % ของประเทศ ในประเภทนี้รวมประเทศไทยด้วย ซึ่งมีข้าวเจ้าและข้าวโพดเป็นสินค้าออกที่ทำรายได้ให้ประมาณ ๔๖ % ของสินค้าออกทั้งหมด

๓. **สินค้าออกประเภทวัตถุดิบ** ประเทศที่ส่งสินค้าออกประเภทวัตถุดิบก็มีจำนวนอยู่มาก และมักมีความเจริญทางเศรษฐกิจอยู่น้อย เช่นเดียวกับประเทศที่ส่งสินค้าออกประเภทอาหาร มีตัวอย่างเช่น ประเทศปากีสถาน ซึ่งส่งปอกระเจาและฝ้ายดิบเป็นสินค้าออก (๙๐% ของสินค้าออกของประเทศ) ประเทศสหสาธารณรัฐอาหรับ ส่งฝ้ายมีมูลค่า ๘๗ % ของสินค้าออก ประเทศเวเนซุเอลาส่งน้ำมันเป็นสินค้าออก ทำรายได้ให้ ๙๕ % ของสินค้าออกทั้งหมด ประเทศสหพันธ์มาเลเซีย มียางพาราและดีบุก ซึ่งทำรายได้ประมาณ ๙๕ % ของสินค้าออกของประเทศ

แหล่งกำเนิดและประเภทของสินค้าเข้า

สินค้าเข้าของประเทศต่าง ๆ นั้น ถ้าพิจารณาดูแหล่งกำเนิดว่าผลิตและส่งมาจากที่ใด จะเห็นเกือบ $\frac{๒}{๓}$ ของสินค้าเข้าทั้งหมดนั้น มีกำเนิดจากประเทศในทวีปยุโรป แสดงให้เห็นว่าทวีปยุโรปเป็นแหล่งสำคัญที่ผลิตสินค้าส่งไปจำหน่ายทั่วโลก ที่เหลือนอกนั้นได้มาจากแองโกลอเมริกา และลาตินอเมริกา จึงอาจแบ่งออกเป็น ๓ กลุ่มใหญ่ ๆ คือ

๑. **สินค้าเข้าที่มีกำเนิดจากยุโรป** ประเทศที่สั่งซื้อสินค้าเข้าจากยุโรป

ได้แก่ประเทศในยุโรปทั้งหมด ประเทศในแอฟริกาทุกประเทศ (ยกเว้นประเทศไลบีเรีย ซึ่งซื้อสินค้าเข้าจากสหรัฐอเมริกาเป็นส่วนใหญ่) ประเทศในเอเชียตะวันตกเฉียงใต้ อินเดียและปากีสถาน ออสเตรเลียและนิวซีแลนด์ และประเทศอาร์เจนตินา กับแคว้นกิอานาในอเมริกาใต้

๒. **สินค้าเข้าที่มีกำเนิดจากแองโกลอเมริกาและลาตินอเมริกา** ประเทศที่สั่งซื้อสินค้าเข้าจากแองโกลอเมริกาได้แก่ แคนาดา และประเทศส่วนใหญ่ในอเมริกากลาง และอเมริกาใต้ รวมทั้งประเทศญี่ปุ่นและฟิลิปปินส์ในเอเชีย ส่วนประเทศที่สั่งซื้อสินค้าเข้าจากลาตินอเมริกาก็ได้แก่ สหรัฐอเมริกา

๓. **สินค้าเข้าที่มีกำเนิดจากเอเชีย** ประเทศที่สั่งซื้อสินค้าเข้าจากเอเชียเป็นส่วนใหญ่ ก็ได้แก่ประเทศในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (ยกเว้นฟิลิปปินส์) รวมทั้งฮ่องกงและไต้หวันในเอเชียตะวันออกด้วย

สินค้าเข้านั้นอาจแบ่งออกเป็นประเภทต่าง ๆ ได้เช่นเดียวกับสินค้าออก คือ สินค้าเข้าประเภทเครื่องจักรและอุตสาหกรรม สินค้าเข้าประเภทอาหาร และสินค้าเข้าประเภทวัตถุดิบ

๑. **สินค้าเข้าประเภทเครื่องจักรและอุตสาหกรรม** ประเทศที่สั่งซื้อสินค้าเข้าประเภทนี้เป็นส่วนใหญ่ - มีจำนวนมากกว่าประเภทอื่น ๆ ทั้งหมด และส่วนมากก็เป็นประเทศที่ยังมีความเจริญทางเศรษฐกิจอยู่น้อย ในทวีปอเมริกาใต้ แอฟริกา และเอเชีย

๒. **สินค้าเข้าประเภทอาหาร** ประเทศที่สั่งซื้อสินค้าเข้าประเภทอาหารเป็นส่วนใหญ่นั้นมีอยู่ไม่กี่ประเทศ ที่สำคัญก็ได้แก่สหราชอาณาจักร ซึ่งสั่งซื้อสินค้าเข้าประเภทอาหารมีมูลค่าถึง ๔๐% ของสินค้าเข้าทั้งหมด และเยอรมันตะวันตก ซื้อสินค้าเข้าประเภทอาหารประมาณ ๓๑% ของสินค้าเข้าของประเทศ

๓. **สินค้าเข้าประเภทวัตถุดิบ** มีบางประเทศในยุโรปที่สั่งซื้อสินค้าเข้าประเภทวัตถุดิบเพื่อป้อนโรงงานอุตสาหกรรมของตน ที่สำคัญก็ได้แก่ฝรั่งเศส เบลเยียม เยอรมันตะวันตก สหภาพโซเวียต ในเอเชียก็มีประเทศญี่ปุ่นที่จัดอยู่ในประเภทนี้

บทที่ ๑๐ การขนส่งและการคมนาคมของโลก

ความหมายของการขนส่งและการคมนาคม

การขนส่งหมายถึงการนำสินค้า หรือผู้โดยสารจากตำบลหนึ่งไปยังอีกตำบลหนึ่ง โดยใช้วิธีการต่าง ๆ สุดแล้วแต่ความเหมาะสม เช่นการขนส่งโดยรถยนต์ รถไฟ เรือ เครื่องบิน หรือโดยทางท่อ (**Pipe line**) เป็นต้น

ส่วนการคมนาคมหมายถึงการติดต่อสื่อสารระหว่างเขตต่าง ๆ จึงหมายถึงเส้นทางที่ใช้ในการขนส่งและติดต่อ ตลอดจนการสื่อสารประเภทต่าง ๆ เช่น ไปรษณีย์ วิทยุ โทรเลข โทรศัพท์ โทรทัศน์ เป็นต้น

การขนส่ง

การขนส่งทำได้หลายวิธี อย่างเช่นการขนส่งโดยการหาบหาม โดยการบรรทุกเรือ รถไฟ รถยนต์ เครื่องบิน และการลำเลียงทางท่อ แต่ละวิธีได้รับความสะดวกรวดเร็ว ตลอดจนเสียค่าใช้จ่ายแตกต่างกัน

๑. **การขนส่งโดยการหาบหาม** คือใช้แรงมนุษย์และสัตว์หาบหามหรือบรรทุกสินค้าและผู้โดยสาร มีทำกันมากในเขตที่มีความเจริญน้อย หรือมีแรงงานมนุษย์เหลือเฟือและค่าจ้างแรงงานถูก การขนส่งโดยวิธีนี้ทำได้ช้าและมีจำนวนน้อย เพราะแรงงานคนและสัตว์นั้นมีอยู่จำกัด ไม่อาจขนส่งสินค้าที่มีน้ำหนักและปริมาณมาก ๆ ในคราวเดียวได้ การใช้แรงมนุษย์หาบหามมีทำกันมากในเขตอากาศเมืองร้อน ซึ่งพลเมืองมีมาตรฐานการครองชีพต่ำ และความเจริญทางด้านการขนส่งโดยใช้เครื่องจักรทุ่นแรงช่วยยังมีอยู่น้อย ส่วนการใช้สัตว์บรรทุกสินค้านั้น มีทำกันมากในเขตอากาศแห้งแล้งแบบทะเลทรายหรือทุ่งหญ้ากึ่งทะเลทราย โดยเฉพาะในแอฟริกาและภาคกลางของเอเชีย มีสัตว์พาหนะ เช่น อูฐ จามรี ลา ล่อ เป็นต้น

๒. **การขนส่งทางถนน** การใช้สัตว์ลากรถหรือเกวียนยังคงมีทำกันตามท้องถิ่นบางแห่ง ซึ่งวิธีนี้ดีกว่าการบรรทุกหลังสัตว์เพราะขนสินค้าได้มากกว่า แต่ก็ใช้เฉพาะการขนส่งในระยะทางสั้น ๆ นอกจากนี้การใช้เกวียนหรือรถที่มีสัตว์ลากก็จำเป็นต้องอาศัยทางถนน ซึ่งมักจะเหมาะกับการใช้รถยนต์มากกว่า

สำหรับการขนส่งโดยรถยนต์ ในปัจจุบันได้มีความสำคัญอย่างมากมาย

และกลายเป็นคู่แข่งขันที่สำคัญของรถไฟ การขนส่งทางถนนได้เปรียบการขนส่งทางรถไฟหลายประการ ประการแรก ไม่จำเป็นต้องจัดเวลารถเข้าออกให้แน่นอน เพราะไม่มีความจำเป็นในการจัดหลีก รถยนต์สามารถจะแล่นได้ตามถนนสะดวก ประการที่สอง การขนส่งสินค้าทางรถยนต์นั้นสามารถทำได้ทอดเดียวจากโรงงานผลิตไปยังร้านค้าหรือผู้บริโภค ไม่ต้องขนถ่ายหลายทอดเหมือนการขนส่งทางรถไฟ อันทำให้ต้องเสียค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น ประการที่สามค่าขนส่งทางรถยนต์ในระยะทางใกล้ ๆ ทำได้ถูกกว่ารถไฟ ทำให้มีผู้นิยมส่งสินค้าทางรถยนต์มากขึ้น

๓. **การขนส่งทางรถไฟ** การขนส่งทางรถไฟเริ่มมีความสำคัญตั้งแต่การปฏิวัติอุตสาหกรรมเป็นต้นมา ในปัจจุบันก็ยังคงรักษาความสำคัญอยู่ แม้ว่าจะมีการแข่งขันจากการขนส่งประเภทอื่น ๆ ข้อได้เปรียบของการขนส่งทางรถไฟก็คือว่า ประการแรก สามารถบรรทุกสินค้าได้เป็นจำนวนมาก ๆ ในการขนส่งแต่ละเที่ยว มากกว่าที่จะขนส่งโดยบรรทุกรถยนต์หรือเรือแพในแม่น้ำลำคลอง ประการที่สอง สามารถจะเดินทางในที่ลาดชัน ซึ่งไม่เหมาะสำหรับการขนส่งทางแม่น้ำลำคลองหรือทางรถยนต์ การขนส่งสินค้าข้ามภูเขาจึงทำด้วยทางรถไฟเป็นทางสะดวกที่สุด ประการที่สาม เดินทางได้รวดเร็ว และนับว่าเป็นยานพาหนะที่ขับเคลื่อนได้รวดเร็วกว่าอย่างอื่น ๆ นอกจากเครื่องบิน การขนส่งในระยะทางไกล ๆ จึงได้เปรียบกว่าการขนส่งทางถนน ประการที่สี่ การสร้างทางรถไฟทำได้ถูกกว่าการตัดถนน จึงเหมาะกับดินแดนที่เพิ่งเริ่มมีการบุกเบิกใหม่ ๆ ความเจริญของดินแดนใหม่ ๆ อย่างเช่น ทวีปอเมริกาเหนือ และภาคกลางของเอเชียเกิดขึ้นได้ก็เพราะการสร้างทางรถไฟผ่านเข้าไป เพื่อเปิดเส้นทางคมนาคมขนส่งสินค้าและผู้โดยสาร

๔. **การขนส่งทางแม่น้ำลำคลอง** การใช้แม่น้ำเป็นทางขนส่ง ทำมาตั้งแต่สมัยดึกดำบรรพ์ ต่อมาได้มีการใช้คลองเพิ่มขึ้น ในปัจจุบันการขนส่งโดยทางแม่น้ำลำคลองได้ลดความสำคัญลงไป และยังคงใช้อยู่เฉพาะการขนส่งสินค้าที่มีน้ำหนักมาก ๆ อย่างเช่น ถ่านหิน ไม้ ข้าว สินแร่ มีข้อเสียบางอย่างที่ไม่อาจทำให้แม่น้ำใช้เป็นทางขนส่งได้สะดวกคือ ในฤดูแล้งระดับ

น้ำในแม่น้ำอาจลดลงมากจนเป็นอุปสรรคแก่การเดินเรือ ส่วนในฤดูน้ำก็อาจจะไหลแรงเกินไปจนเป็นอันตราย การนำเรือย้อนขึ้นไปตามลำน้ำก็ทำได้ลำบากกว่าการล่องลงมา และถ้าเป็นที่ที่มีความชันมาก ความลำบากในการเดินเรือก็มีมากขึ้น บางแห่งอาจมีเกาะแก่งกลางลำแม่น้ำ หรือมีน้ำตกน้ำโจนคั่นขวางลำน้ำซึ่งล้วนแต่เป็นอันตรายต่อการเดินเรือ นอกจากนี้แม่น้ำที่อยู่ในเขตอากาศหนาวในฤดูหนาวน้ำแข็งก็ใช้เดินเรือไม่ได้เป็นเวลาหลาย ๆ เดือน ทิศทางที่แม่น้ำไหลก็มีความสำคัญเกี่ยวกับการขนส่ง จะเห็นได้ว่ามีแม่น้ำหลายสายไหลไปคนละทางกับเส้นทางขนส่งสินค้า อย่างเช่นแม่น้ำที่ไหลลงสู่มหาสมุทรอาร์กติก ได้แก่แม่น้ำแมกเคนซีในแคนาดา แม่น้ำออบ แม่น้ำเยนิเซ และแม่น้ำลีนาในสหภาพโซเวียตรุสเซีย ก็ไหลลงสู่ทะเลสาบแคสเปียน ซึ่งเป็นทะเลปิด แม่น้ำเมอเรย์ — ดาลิง ในออสเตรเลียไหลจากเขตที่ประชากรอยู่ค่อนข้างหนาแน่นทางด้านตะวันออกไปยังเขตแห้งแล้ง ซึ่งมีพลเมืองอยู่เบาบางด้านภาคตะวันตก อย่างไรก็ตามก็มีแม่น้ำหลายสายในโลกที่มีความสำคัญในการขนส่ง อย่างเช่นแม่น้ำแยงซีเกียง ฮวงโห อิระวดี เจ้าพระยา ในทวีปเอเชีย แม่น้ำไรน์ เซน โอเดอร์ วิสตูลา ดานูบ ในทวีปยุโรป แม่น้ำเซนต์ลอเรนซ์และมิสซิสซิปปีในทวีปอเมริกาเหนือ แม่น้ำอเมซอน ในทวีปอเมริกาใต้ เป็นต้น

การขุดคลองได้ช่วยทำให้การขนส่งทางลำแม่น้ำเป็นไปโดยสะดวกขึ้น เพราะสามารถเชื่อมแม่น้ำสายต่าง ๆ เข้าด้วยกัน ในบางเขตมีการขุดคลองเป็นจำนวนมาก อย่างเช่นในยุโรปตะวันตก ภาคตะวันออกของสหรัฐอเมริกา และในจีน ทำให้การขนส่งทางเรือเป็นไปโดยง่ายยิ่งขึ้น นอกจากนี้คลองบางแห่งยังช่วยย่นระยะทางเดินเรือให้สั้นเข้า ทั้งการเดินเรือในแม่น้ำและในทะเล มหาสมุทร

๕. **การขนส่งทางมหาสมุทร** การขนส่งทางมหาสมุทรนับว่ามีความสำคัญมากที่สุดในการติดต่อระหว่างทวีปต่าง ๆ เพราะเสียค่าใช้จ่ายน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับระยะทางขนส่ง สามารถที่จะขนส่งสินค้าใหญ่ ๆ ที่มีน้ำหนัก

หรือกินเนื้อที่มาก อย่างเช่น การขนส่งเครื่องจักร ยานพาหนะ ข้าว เนื้อสัตว์ สินแร่ เป็นต้น

การเดินเรือสมุทรเจริญขึ้นมาก นับตั้งแต่ศตวรรษที่แล้วเป็นต้นมา เนื่องจากสาเหตุต่าง ๆ คือ

ก. ความก้าวหน้าทางการเดินเรือ สามารถที่จะต่อเรือขนาดใหญ่มีระวางบรรทุกได้มากขึ้น แต่เดินทางได้เร็วและเสียค่าใช้จ่ายในการเดินเรือน้อยลง ที่ก้าวหน้ามากคือการต่อเรือโดยสาร และการต่อเรือสินค้าพิเศษบางชนิด เช่นการต่อเรือสินค้าสำหรับบรรทุกเนื้อสัตว์ที่มีเครื่องทำความเย็นติดตั้งในเรือ การต่อเรือบรรทุกน้ำมัน เรือเหล่านี้มีขนาดใหญ่มาก และอำนวยความสะดวกได้มากขึ้นกว่าแต่ก่อน ตัวอย่างเช่น เรือโดยสารขนาดใหญ่มากของโลก ๓ ลำในขณะนี้ คือ เรือควีนแมรี บรรทุกผู้โดยสารได้ ๑,๙๕๗ คน เรือควีนอลิซาเบ็ธบรรทุกผู้โดยสารได้ ๒,๒๓๓ คน และเรือยูไนเตด สเตทส์ บรรทุกผู้โดยสารได้ ๑,๙๒๘ คน

ข. การขุดคลองสำคัญ ๒ คลอง คือ คลองสุเอซและคลองปานามา ได้ช่วยย่นระยะทางเดินเรืออย่างมาก คลองสุเอซเปิดใช้ในปี พ.ศ. ๒๔๑๒ และย่นระยะทางติดต่อระหว่างยุโรปกับอินเดีย โดยไม่ต้องอ้อมทวีปแอฟริกา ส่วนคลองปานามาเปิดใช้ในปี ๒๔๕๗ ช่วยย่นระยะทางติดต่อระหว่างชายฝั่งแอตแลนติกกับชายฝั่งแปซิฟิกของทวีปอเมริกาเหนือและอเมริกาใต้

ค. การใช้เรือตัดน้ำแข็ง (Ice breaker) ได้ช่วยทำให้การเดินเรือในเขตอากาศหนาวบางแห่งเป็นผลสำเร็จ อย่างเช่นเมืองท่าบนฝั่งทะเลบอลติกของยุโรป เมืองท่าบนฝั่งมหาสมุทรอาร์กติกของสหภาพโซเวียต เมืองท่าบนอ่าวฮัดสันและแม่น้ำเซนต์ลอเรนซ์ของแคนาดา ในฤดูหนาวมีน้ำแข็งและปิดการเดินเรือ แต่โดยการใช้เรือตัดน้ำแข็งช่วยทำให้ขยายเวลาใช้เมืองท่าได้นานขึ้น

๖. **การขนส่งทางอากาศ** เป็นวิธีการขนส่งที่ใหม่ที่สุดและรวดเร็วที่สุด แต่เสียค่าใช้จ่ายสูงมาก สินค้าที่ขนส่งทางเครื่องบินโดยมากมักเป็นกรณีพิเศษ เช่นต้องการความรีบด่วน มีน้ำหนักน้อย มีราคาแพง หรือเสียหายได้ง่าย อย่างเช่นไปรษณียภัณฑ์ เวชภัณฑ์ ผลไม้สด ดอกไม้ นมสด และสินค้าอื่นๆ

ที่มีน้ำหนักน้อย ปัจจุบันการขนส่งทางอากาศมีความสำคัญอยู่มากในด้านการขนส่งผู้โดยสาร เพราะทำได้สะดวกรวดเร็วมาก

๗. **การขนส่งทางท่อ** การขนส่งทางท่อ (Pipe line) เป็นวิวัฒนาการในศตวรรษที่ ๒๐ อันเป็นผลมาจากความก้าวหน้าในด้านอุตสาหกรรมขุดน้ำมันและก๊าซธรรมชาติ และได้คิดหาวิธีที่จะขนส่งสินค้าทั้งสองชนิดนั้น โดยเสียค่าใช้จ่ายน้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้ การขนส่งโดยการวางท่อนับว่าเป็นความสำเร็จอย่างหนึ่ง ที่ใช้กับการขนส่งน้ำมันและก๊าซธรรมชาติ แต่ยังไม่อาจนำไปใช้กับการขนส่งสินค้าอย่างอื่น ๆ ได้มากนัก นอกจากสินค้าที่เป็นของเหลวหรือก๊าซ เช่น น้ำ และก๊าซที่ผลิตจากถ่านหิน

การคมนาคม

๑. **การคมนาคมทางบก** เส้นทางที่ใช้ในการติดต่อทางบกนั้น มีสำคัญอยู่ ๒ อย่าง คือ เส้นทางถนน และเส้นทางรถไฟ

ก. **เส้นทางถนน** เส้นทางถนนและทางหลวงนั้น ในประเทศที่เจริญก้าวหน้าทางด้านเศรษฐกิจอย่างเช่นในสหรัฐอเมริกา และประเทศในยุโรปปรากฏว่ามีเส้นทางติดต่อหนาแน่นและสะดวกเรียบร้อย สามารถที่จะเดินทางจากประเทศหนึ่งไปยังประเทศที่อยู่ใกล้เคียงได้โดยง่าย เป็นถนนและทางหลวงที่สร้างขึ้นได้มาตรฐาน โดยเฉพาะสหรัฐอเมริกานำหน้าประเทศอื่น ๆ ในด้านการสร้างถนน คือมีถนนยาวประมาณ ๓ กิโลเมตร ทุก ๆ เนื้อที่ ๕ ตารางกิโลเมตรของประเทศ

ในเอเชียมีบางเขตที่มีการคมนาคมติดต่อทางถนนอยู่มาก อย่างเช่นอินเดีย ปากีสถาน ญี่ปุ่น จีน แต่ถนนในประเทศเหล่านี้มักจะเป็นถนนที่สร้างขึ้นอย่างง่าย ๆ ใช้ได้เป็นเพียงบางฤดู ไม่สามารถรับน้ำหนักบรรทุกมาก ๆ ได้ และเป็นถนนที่ใช้สำหรับการขนส่งภายในประเทศหรือในท้องถิ่นเท่านั้น ในขณะนี้ได้มีโครงการสร้างทางหลวงสายเอเชีย ซึ่งจะให้ความสะดวกในการเดินทางติดต่อระหว่างเอเชียตะวันตกเฉียงใต้ กับเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ โดยผ่านเอเชียใต้ ซึ่งถ้าหากทางหลวงสายเอเชียนี้สร้างเป็นผลสำเร็จ ก็จะทำให้มีการคมนาคมทางบกที่สำคัญของเอเชียเพิ่มขึ้นอีกสองสาย ทางหลวงสายเอเชีย

มีโครงการสร้างทางสายหลัก ๒ สาย เรียกว่าสาย A1 และสาย A2 สาย A1 ตั้งต้นจากเมืองไซ่ง่อนในเวียดนามใต้ถึงประเทศตุรกี เชื่อมกับทางหลวงของยุโรป สาย A2 ตั้งต้นจากสิงคโปร์ถึงประเทศอิรัก เพื่อไปเชื่อมกับทางหลวงของแอฟริกา

ข. **เส้นทางรถไฟ** สำหรับการคมนาคมทางรถไฟนั้น ปัจจุบันทั่วโลกมีทางรถไฟยาวประมาณ ๑,๒๕๐,๐๐๐ กิโลเมตร ในจำนวนนี้ประมาณ ๓๒% อยู่ในทวีปยุโรป ซึ่งมีประเทศเบลเยียมนำหน้าในด้านการมีทางรถไฟหนาแน่นที่สุดของโลก คือ มีทางรถไฟยาว ๑ กิโลเมตร ทุก ๆ เนื้อที่ ๖ ตารางกิโลเมตร ส่วนในทวีปอเมริกาเหนือมีทางรถไฟยาวทั้งหมดประมาณ ๓๗% ของโลก ซึ่งในจำนวนนี้อยู่ในสหรัฐอเมริกาเสียประมาณ ๒๙% ของโลก แต่ความหนาแน่นของทางรถไฟในสหรัฐอเมริกามีเพียง ๑ กิโลเมตร ต่อเนื้อที่ ๑๕ ตารางกิโลเมตร ทั้งนี้เพราะสหรัฐอเมริกามีเนื้อที่กว้างใหญ่มาก

เส้นทางรถไฟในทวีปเอเชีย ประเทศในเอเชียที่มีทางรถไฟค่อนข้างหนาแน่นคือ ญี่ปุ่น อินเดีย และปากีสถาน ในญี่ปุ่นการสร้างทางรถไฟทำได้ลำบากเนื่องจากลักษณะภูมิประเทศเป็นภูเขาสูง ๆ โดยทั่วไป แต่ถึงกระนั้นก็เป็นประเทศที่มีทางรถไฟหนาแน่นที่สุดของเอเชีย โดยเฉพาะทางตะวันออกของเกาะฮอนชู ซึ่งเป็นแหล่งอุตสาหกรรมที่สำคัญ มีทางรถไฟเชื่อมเกาะฮอนชูกับเกาะกิวชู โดยลอดอุโมงค์ใต้ทะเลที่ช่องแคบชิโมโนเซกิ และเชื่อมเกาะฮอนชูกับเกาะฮอกไกโด โดยเรือบรรทุกรถไฟข้ามช่องแคบซูการุ (Tsugaru)

ในอินเดียและปากีสถาน มีชุมทางรถไฟอยู่ที่เมืองกัลกัตตา บอมเบย์ การาจีและมัทราส ซึ่งเป็นศูนย์กลางการค้าและอุตสาหกรรม ส่วนใหญ่ของเส้นทางรถไฟในอินเดียและปากีสถานใช้ขนส่งสินค้า เช่น ข้าว ฝ้าย ใบชา ถ่านหิน รายได้จากการขนส่งผู้โดยสารมีอยู่ไม่มากนัก ผิดกับญี่ปุ่นซึ่งได้รายได้ส่วนใหญ่จากการขนส่งผู้โดยสาร

ในจีนมีทางรถไฟค่อนข้างหนาแน่นทางชายฝั่งตะวันออก และในแมนจูเรียมีเมืองปักกิ่งเป็นศูนย์กลาง แยกไปเชื่อมกับเมืองต่าง ๆ คือ ทางเหนือเชื่อมกับ

เมืองฮาร์บิน (Harbin) ในแมนจูเรีย ทางตะวันออกกับเมืองเทียนสิน ทางใต้กับเมืองฮันเค้า กวางตุ้ง และฮ่องกง และทางตะวันออกเฉียงใต้กับเซี่ยงไฮ้ การคมนาคมทางรถไฟของจีนไม่สู้สำคัญมากเท่ากับทางแม่น้ำลำคลองและการเดินเรือเลียบชายฝั่ง

ในสหภาพโซเวียตมีทางรถไฟสายสำคัญของโลกสายหนึ่งคือ ทางรถไฟ**สายทรานส์ไซบีเรีย** ซึ่งเชื่อมเมืองมอสโกกับเมืองวลาดิวอสต็อกบนฝั่งมหาสมุทรแปซิฟิก สร้างเสร็จในปี พ.ศ. ๒๔๔๗ มีความยาวประมาณ ๘,๖๔๐ กิโลเมตร นับเป็นทางรถไฟที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจและการเมืองของสหภาพโซเวียตอย่างมาก นอกจากจะเชื่อมโยงดินแดนของสหภาพโซเวียตในยุโรปกับในเอเชียเข้าด้วยกันแล้ว ยังเป็นเส้นทางขนส่งสินค้าต่าง ๆ เช่น ไม้ถ่านหิน แร่เหล็ก ด้วย

เส้นทางรถไฟในทวีปยุโรป ทางรถไฟในทวีปยุโรปมีอยู่หนาแน่นมากในยุโรปตะวันตกและยุโรปกลาง ได้แก่สหราชอาณาจักร ฝรั่งเศส เบลเยียม เนเธอร์แลนด์ เดนมาร์ก เยอรมนี สวิส อิตาลี และออสเตรเลีย ในประเทศที่กล่าวชื่อมานี้ ไม่มีจุดใดอยู่ห่างจากทางรถไฟเกินกว่า ๑๕ กิโลเมตร การสร้างทางรถไฟในยุโรปทำได้ง่าย เพราะส่วนใหญ่เป็นที่ราบ มีที่ลำบากคือตอนสร้างผ่านเทือกภูเขาปีเรนิส เทือกภูเขาแอลป์ และเทือกภูเขาแอปเปนไนน์ ซึ่งจำเป็นต้องเจาะอุโมงค์หรือสร้างสะพานเชื่อมไหล่เขา ทำให้ต้องเสียค่าใช้จ่ายมาก ศูนย์กลางทางรถไฟของยุโรปคือปารีส มีทางรถไฟไปเชื่อมกับยุโรปตะวันออกผ่านเยอรมนี โปแลนด์จนถึงสหภาพโซเวียตสายหนึ่ง และไปเชื่อมกับตุรกีผ่านสวิส ออสเตรีย ยูโกสลาเวีย และบัลแกเรียอีกสายหนึ่ง

ในสหภาพโซเวียตซึ่งมีทางรถไฟทั้งหมด ยาวเป็นอันดับที่สองรองจากสหรัฐอเมริกานั้น มีศูนย์กลางทางรถไฟอยู่ที่มอสโก จากเมืองนั้นมีทางรถไฟแยกไปเชื่อมกับภาคอื่น ๆ ของประเทศ คือทางตะวันตกเฉียงเหนือไปเชื่อมกับเมืองเลนินกราด บนฝั่งทะเลบอลติก ทางตะวันตกเชื่อมกับวอร์ซอเมืองหลวงของโปแลนด์ ทางใต้เชื่อมกับเมืองท่าบนฝั่งทะเลดำและทะเลสาบแคสเปียน เช่น เมืองโอเดสซา (Odessa) เซวัสโตพอล (Sewastopol) และ

บาคู (Baku) ทางตะวันออกเฉียงใต้เชื่อมกับแคว้นเตอรกีสถานของโซเวียต และทางตะวันออกเป็นสายทรานส์ไซบีเรียเชื่อมกับเมืองวลาดิวอสต๊อก ดังได้กล่าวมาแล้ว

เส้นทางรถไฟในทวีปอเมริกาเหนือ เขตที่มีทางรถไฟหนาแน่นมากในทวีปอเมริกาเหนือคือทางชายฝั่งแอตแลนติกและที่ราบภาคกลาง โดยเฉพาะทางตะวันออกเฉียงเหนือของสหรัฐอเมริกาในย่านอุตสาหกรรมใหญ่ มีศูนย์กลางที่เมืองนิวยอร์กและเมืองชิกาโก ส่วนทางตะวันตกของทวีป ทางรถไฟมีน้อยสาย เนื่องจากภูมิประเทศเป็นภูเขาและที่ราบสูง ลำบากแก่การสร้างทางรถไฟ ตลอดจนเป็นเขตที่มีประชากรอยู่เบาบาง เพราะมีอากาศแห้งแล้ง แต่ก็มีทางรถไฟสายยาว ๆ ที่สร้างผ่านตอนกลางของทวีป เชื่อมเมืองท่าบนฝั่งแอตแลนติกกับเมืองท่าชายฝั่งแปซิฟิก ซึ่งมีอยู่ ๖ สาย คือ

๑. สายนอร์เธอร์น แปซิฟิก (Northern Pacific Railway) จากนิวยอร์กถึงซีแอตเติล และปอร์ตแลนด์

๒. สายเซนตรัล แปซิฟิก (Centhral Pacific Railway) จากนิวยอร์กถึงซานฟรานซิสโก ผ่านทะเลสาบเกรต ซอลท์ (Great Salt Lake)

๓. สายยูเนียน แปซิฟิก (Union Pacific Railway) จากนิวยอร์กถึงลอสแอนเจลิส ผ่านเมืองซันตา เฟ (Santa Fé)

๔. สายเซาธ์เธอร์น แปซิฟิก (Southern Pacific Railway) จากนิวออลีนส์ถึงลอสแอนเจลิส ผ่านเมืองเอลปาโซ

๕. สายคาเนเดียน แปซิฟิก (Canadian Pacific Railway) เชื่อมเมืองเซนต์จอห์นกับเมืองแวนคูเวอร์

๖. สายคาเนเดียน เนชันแนล (Canadian National Railway) เชื่อมเมืองแฮลิแฟกซ์กับเมืองพรินซ์ รูเปอร์ต

เส้นทางรถไฟในทวีปออสเตรเลีย แอฟริกา และอเมริกาใต้ ทวีปทั้ง ๓ นี้ยังมีทางรถไฟอยู่น้อยมาก เพราะมีประชากรอยู่เบาบาง ตลอดจนมีอุปสรรคทางด้านสภาพธรรมชาติ หรือทางด้านเศรษฐกิจ ในทวีปออสเตรเลียมีบริเวณที่มีทางรถไฟอยู่ค่อนข้างหนาแน่นอยู่เฉพาะชายฝั่งตะวันออกของทวีป ซึ่งมีเส้นทาง

รถไฟตั้งแต่เมืองแคนส์ (Cairns) ในรัฐควีนสแลนด์จนถึงเมืองเมลเบอร์นในรัฐออสเตรเลียใต้ เชื่อมเมืองท่าต่าง ๆ ที่สำคัญทางชายฝั่งแปซิฟิก เช่น เมืองเทาว์สวิล รอกแฮมตัน บริสเบน และซิดนีย์ อีกสายหนึ่งเป็นสายข้ามทวีป เชื่อมเมืองเมลเบอร์นกับเมืองเพอร์ธ ทางฝั่งมหาสมุทรอินเดีย เป็นระยะทางยาวประมาณ ๒,๐๐๐ กิโลเมตร และผ่านเข้าไปในเขตทะเลทรายที่แห้งแล้งกันดารมาก เป็นระยะทางกว่า ๑,๐๐๐ กิโลเมตร

ในทวีปแอฟริกา เขตที่มีทางรถไฟหนาแน่นที่สุด คือทางตอนใต้สุดของทวีป ในประเทศสาธารณรัฐแอฟริกาใต้ นอกจากนั้นมีอยู่เป็นกลุ่ม ๆ อย่างเช่นทางชายฝั่งของแอฟริกาตะวันตกเฉียงเหนือ ในประเทศตูนิเซีย แอลจีเรีย และโมร็อกโก และทางชายฝั่งแอฟริกาตะวันตก ในประเทศกานาและไนจีเรีย ทวีปแอฟริกาไม่มีทางรถไฟสายยาว ๆ สร้างผ่านทวีปเหมือนอย่างทวีปอื่น ๆ ทั้งนี้เพราะมีทะเลทรายและป่าทึบอยู่มาก ตลอดจนยังมีความเจริญทางเศรษฐกิจอยู่น้อย ในทวีปอเมริกาใต้ ปรากฏว่าประมาณ ๘๘% ของทางรถไฟในทวีป มีอยู่ใน ๔ ประเทศ คือ อาร์เจนตินา อุรุกวัย บราซิล และชิลี เขตที่มีทางรถไฟหนาแน่นที่สุดคือ ในเขตทุ่งหญ้าแปมปัส ในประเทศอาร์เจนตินา ซึ่งมีเมืองบัวโนสไอเรส เป็นชุมทางรถไฟใหญ่

๒. **การคมนาคมทางน้ำ** การคมนาคมทางน้ำ ได้อาศัยแม่น้ำลำคลองทะเลและมหาสมุทรเป็นเส้นทางติดต่อ

ก. **การคมนาคมทางแม่น้ำลำคลอง** เส้นทางคมนาคมทางแม่น้ำลำคลองนั้น ส่วนใหญ่เป็นการติดต่อภายในประเทศ มีแม่น้ำไม่กี่สายที่ใช้เป็นเส้นทางติดต่อระหว่างประเทศ ทั้งนี้เนื่องจากว่าแม่น้ำส่วนใหญ่นั้นมักจะไหลผ่านดินแดนของประเทศหนึ่งประเทศใดเพียงประเทศเดียว มีน้อยสายที่จะไหลผ่านหลาย ๆ ประเทศ และใช้เดินเรือได้โดยตลอด

ทวีปเอเชียมีแม่น้ำใหญ่ ๆ อยู่หลายสายที่ใช้เป็นเส้นทางติดต่อ แต่ที่สำคัญที่สุดคือ แม่น้ำแยงซีเกียงของจีน ซึ่งเป็นแม่น้ำสายใหญ่ มีน้ำลึกไหลผ่านเขตกสิกรรมที่อุดมสมบูรณ์ของจีน นอกจากนี้ก็มีแม่น้ำฮวงโห และแม่น้ำซีเกียง ซึ่งใช้เดินเรือได้ทางช่วงตอนปลายของลำน้ำ มีคลองที่มีชื่อเสียง

ของจีน คือคลองแกรนด์ (Grand Canal) เชื่อมเมืองฮางเจา (Hang Chow) กับเมืองเทียนสิน (Tientsin) จากปากแม่น้ำแยงซีเกียงถึงอ่าวโปไฮ ยาวประมาณ ๑,๒๘๐ กิโลเมตร แต่ปัจจุบันคลองนี้ตื้นเขิน ใช้เดินเรือได้เพียงบางตอน

ในคาบสมุทรอินโดจีน การคมนาคมทางแม่น้ำลำคลองมีความสำคัญอยู่มาก เนื่องจากพลเมืองส่วนใหญ่มีอาชีพทางเพาะปลูก และอาศัยกันหนาแน่นตามฝั่งของแม่น้ำ เมืองหลวงของประเทศในภูมิภาคนี้ มักจะตั้งอยู่บนฝั่งของแม่น้ำที่ควบคุมเส้นทางคมนาคม อย่างเช่น กรุงเทพ ฯ ย่างกุ้ง พนมเปญ ไซ่ง่อน นอกจากจะขนส่งข้าว ยังใช้เป็นทางล่องแพและซุงจากเขตป่าไม้ตามภูเขามายังที่ราบด้วย

ในอินเดียและปากีสถาน แม่น้ำที่ใช้เป็นเส้นทางคมนาคมที่สำคัญ คือแม่น้ำคงคา และแม่น้ำสินธุ ซึ่งเป็นแม่น้ำสายยาวมาก และไหลผ่านที่ราบใหญ่ แต่ปัจจุบันการขนส่งทางแม่น้ำลำคลองสู้ทางรถไฟไม่ได้

ทวีปยุโรปมีแม่น้ำสายใหญ่ ๆ ไม่มากนัก เพราะเป็นทวีปเล็ก แต่ก็ปรากฏว่ามีการคมนาคมทางแม่น้ำลำคลองหนาแน่นกว่าทวีปอื่น ๆ ทั้งหมด ที่เป็นเช่นนี้ก็เพราะว่าแม่น้ำของทวีปยุโรปโดยมากไหลผ่านที่ราบ มีร่องน้ำลึก ไม่มีเกาะแก่งขวางลำน้ำ และมีปริมาณน้ำค่อนข้างสม่ำเสมอตลอดทั้งปี แม่น้ำที่มีชื่อและใช้ประโยชน์ทางการคมนาคมมากที่สุด คือ แม่น้ำไรน์ ซึ่งได้ชื่อว่าเป็นแม่น้ำระหว่างประเทศ (International River) ที่สำคัญที่สุดของโลก เพราะไหลผ่านถึง ๔ ประเทศ (สวิส ฝรั่งเศส เยอรมันตะวันตก และเนเธอร์แลนด์) และใช้เป็นเส้นทางขนส่งสินค้าระหว่าง ๔ ประเทศนั้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งไหลผ่านย่านอุตสาหกรรมและแหล่งถ่านหินของเยอรมันตะวันตกด้วย มีถ่านหินเป็นสินค้าสำคัญที่ขนส่งขึ้นล่องตามลำแม่น้ำสายนั้น จนได้รับสมญาว่าเป็นแม่น้ำถ่านหิน (Coal River) นอกจากแม่น้ำไรน์ ในยุโรปยังมีแม่น้ำสายอื่น ๆ อีก ได้แก่แม่น้ำเอลเบ โอเดอร์ วิสตูลา ดานูบ เซน เป็นต้น และในประเทศฝรั่งเศส เบลเยียม และเยอรมันตะวันตก ก็มีคลองที่ขุดขึ้นมากมาย เพื่อเชื่อมแม่น้ำสายต่าง ๆ ภายในประเทศ คลองที่มีความสำคัญใน

ทวีปยุโรป ได้แก่

๑. คลองมิตเตลลานด์ (Mittelland Canal) เชื่อมแม่น้ำเอมส์กับแม่น้ำเอลเบ ในเยอรมันตะวันตก

๒. คลองดอร์ตมุนด์—เอมส์ (Dortmund-Ems Canal) เชื่อมแม่น้ำรูห์กับแม่น้ำเอมส์ ในเยอรมันตะวันตก

๓. คลองอัลเบอร์ต (Albert Canal) เชื่อมแม่น้ำเมอสกับปากแม่น้ำสเกลต์ในเบลเยียม

๔. คลองมิดิ (Midi Canal) เชื่อมแม่น้ำการอนน์กับอ่าวลิอองในทะเลเมดิเตอร์เรเนียน ในฝรั่งเศส

๕. คลองคีล (Kiel Canal) เชื่อมทะเลเหนือกับทะเลบอลติก ในเยอรมันตะวันตก

ทวีปอเมริกาเหนือมีการคมนาคมทางแม่น้ำลำคลองที่สำคัญ ๒ สาย คือ แม่น้ำมิสซิสซิปปีกับแม่น้ำเซนต์ลอเรนซ์

แม่น้ำมิสซิสซิปปี และสาขาต่าง ๆ ได้ช่วยทำให้การติดต่อในเขตที่ราบภาคกลางของสหรัฐอเมริกาเป็นไปโดยสะดวกยิ่งขึ้น เพราะไหลผ่านย่านกสิกรรมและอุตสาหกรรมที่สำคัญ แม่น้ำสายนี้มีความกว้างมาก และยาวประมาณ ๔,๐๐๐ กิโลเมตร ใช้เดินเรือได้ดี ส่วนแม่น้ำเซนต์ลอเรนซ์นั้นอยู่ติดต่อกับทะเลสาบใหญ่ทั้งห้าของทวีปอเมริกาเหนือ และเป็นเส้นทางที่เชื่อมระหว่างชายฝั่งมหาสมุทรแอตแลนติก กับย่านอุตสาหกรรมชายฝั่งทะเลสาบใหญ่ทั้งห้าของสหรัฐอเมริกาและแคนาดา มีคลองที่สำคัญ ๆ อยู่หลายคลองด้วยกันที่ขุดขึ้นเพื่อเชื่อมการคมนาคมระหว่างทะเลสาบใหญ่ทั้งห้ากับแม่น้ำมิสซิสซิปปี แม่น้ำเซนต์ลอเรนซ์ และแม่น้ำฮัดสัน แต่ที่มีชื่อเสียงมากที่สุด คือ คลองนิวยอร์กสเตทบาร์จ (New York State Barge Canal) ซึ่งเชื่อมทะเลสาบอีรีที่เมืองบัฟฟาโลกับเมืองทรอย บนฝั่งแม่น้ำฮัดสัน เป็นระยะทางยาว ๘๐๘ กิโลเมตร และมาเชื่อมกับเมืองท่านิวยอร์กที่ฝั่งมหาสมุทรแอตแลนติก

ทวีปอเมริกาใต้ มีแม่น้ำที่ใช้เป็นเส้นทางคมนาคมสำคัญอยู่ ๒ สาย คือ แม่น้ำอเมซอน และแม่น้ำปารานา – ปารากวัย แม่น้ำอเมซอนเป็นแม่น้ำสายใหญ่มาก เรือเดินสมุทรสามารถแล่นจากปากน้ำขึ้นไปตามลำน้ำได้ จนถึงเมืองมานอส (**Manaus**) ซึ่งอยู่ห่างจากปากน้ำถึง ๑,๕๐๐ กิโลเมตร แต่โดยที่บริเวณ ๒ ฝั่งของแม่น้ำอเมซอนยังเป็นป่าทึบ มีความเจริญทางเศรษฐกิจน้อย ฉะนั้นการคมนาคมขนส่งตามลำแม่น้ำสายนี้จึงยังมีอยู่ไม่มากนัก สำหรับแม่น้ำปารานา–ปารากวัย (**Parana - Paraguay**) นั้น เป็นแม่น้ำที่ไหลผ่านประเทศบราซิล ปารากวัย และอาร์เจนตินา โดยเฉพาะตอนที่ไหลผ่านประเทศอาร์เจนตินานั้นเป็นที่ราบกว้างใหญ่และมีการกสิกรรมหนาแน่น ทำให้ใช้ประโยชน์ในด้านการขนส่งสินค้าประเภทข้าวสาลีและข้าวโพดอยู่มาก

ทวีปแอฟริกามีแม่น้ำสายใหญ่ ๆ หลายสาย ที่สำคัญได้แก่แม่น้ำคองโก แม่น้ำไนล์ และแม่น้ำไนเจอร์ แต่แม่น้ำในทวีปแอฟริกานั้นใช้ประโยชน์ในการคมนาคมได้น้อย เนื่องจากแม่น้ำมักมีน้ำตกหรือน้ำโจนกั้นขวางอยู่ตอนที่แม่น้ำไหลผ่านจากที่ราบสูงภายในมายังที่ราบชายฝั่งทะเล อย่างเช่นแม่น้ำคองโก เรือเดินสมุทรแล่นจากปากน้ำเข้าไปได้เพียงเมืองมาตาดี (**Matadi**) ซึ่งอยู่ห่างจากปากน้ำ ๑๓๓ กิโลเมตร ถัดจากนั้นไปก็มีน้ำโจนคั่นอยู่ ต้องขนถ่ายสินค้าจากเรือไปขึ้นรถไฟ แม่น้ำไนล์ก็มีน้ำโจนคั่นอยู่ถึง ๖ แห่ง ระหว่างประเทศสหสาธารณรัฐอาหรับกับประเทศซูดาน ทำให้ไม่สามารถแล่นเรือจากประเทศซูดานไปออกปากแม่น้ำไนล์ได้

ทวีปออสเตรเลีย มีความสำคัญทางด้านการคมนาคมทางแม่น้ำลำคลองน้อยมาก ทั้งนี้เนื่องจากแม่น้ำเกือบทั้งหมดในทวีปนั้นเป็นสายสั้น ๆ มีร่องน้ำตื้น และพอถึงฤดูร้อนน้ำแห้งเป็นส่วนมาก มีแม่น้ำเมอเรย์ – ดาลิง สายเดียวที่มีน้ำไหลอยู่ตลอดทั้งปี แต่ก็มีร่องน้ำตื้น และปากแม่น้ำมีสันดอนกั้นอยู่

ข. **การคมนาคมทางทะเลและมหาสมุทร** การคมนาคมทางทะเลและมหาสมุทรแบ่งออกได้เป็น ๒ ประเภท คือ การเดินเรือชายฝั่ง ซึ่งเป็นการติดต่อระหว่างเมืองท่าที่อยู่ใกล้เคียงกัน และใช้เรือเดินทะเลขนาดเล็กแล่นไม่ห่างจากฝั่งมากนัก อาจเป็นการขนส่งภายในประเทศ หรือระหว่างประเทศก็ได้

อีกประเภทหนึ่งเป็นการเดินเรือในมหาสมุทร ซึ่งใช้เรือขนาดใหญ่แล่นข้ามมหาสมุทร เป็นการติดต่อระหว่างทวีป

การคมนาคมทางทะเลและมหาสมุทรนั้น ต้องอาศัย **เมืองท่า (Port)** เป็นที่รับส่งสินค้าและผู้โดยสาร ตลอดจนเป็นที่เติมเสบียง เชื้อเพลิง หรือซ่อมแซมเรือที่มาจอดแวะ ความสำคัญของเมืองท่าขึ้นอยู่กับ **ท่าเรือ (Harbour)** และ **ดินแดนเบื้องหลังเมืองท่า (Hinterland)**

ท่าเรือหมายถึงบริเวณที่เรือจะเข้ามาจอดเทียบ เพื่อลำเลียงสินค้าหรือผู้โดยสาร หรือเพื่อเติมเสบียง เชื้อเพลิง ท่าเรือที่มีลักษณะเหมาะสมจึงต้องประกอบด้วยคุณสมบัติต่าง ๆ ดังนี้ คือ มีที่ราบชายฝั่งกว้างขวางพอสมควร มีน้ำลึกพอที่เรือขนาดใหญ่จะเข้ามาจอดเทียบได้โดยไม่มีอันตราย มีที่พักเก็บสินค้าขนาดใหญ่ และมีเครื่องมือขนถ่ายสินค้าอย่างครบครัน ตลอดจนมีเส้นทางคมนาคมทางบก เช่น ทางถนน และทางรถไฟ ที่จะช่วยให้การขนถ่ายสินค้าจากท่าเรือไปยังเขตอื่น ๆ เป็นไปโดยสะดวก

ส่วนดินแดนเบื้องหลังเมืองท่า หมายถึงบริเวณที่อาศัยเมืองท่านั้นเป็นเส้นทางส่งสินค้าหรือผู้โดยสารเข้าออก ซึ่งทำให้เมืองท่านั้นเจริญเติบโตขึ้น เมืองท่าที่มีดินแดนเบื้องหลังเมืองท่า เป็นบริเวณกว้างขวาง เป็นเขตอุตสาหกรรมหรือกสิกรรมที่มีพลเมืองอยู่หนาแน่น มีความเจริญก้าวหน้าทางเศรษฐกิจก็ย่อมจะทำให้เมืองท่านั้นได้รับผลประโยชน์จากการที่มีเรือมาจอดและเพื่อรับส่งสินค้ามากขึ้น ตัวอย่างของดินแดนเบื้องหลังเมืองท่า ได้แก่ที่ราบภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ซึ่งเป็นดินแดนเบื้องหลังเมืองท่าของกรุงเทพ ฯ หรือคาบสมุทรมลายู ซึ่งเป็นดินแดนเบื้องหลังเมืองท่าของสิงคโปร์ ลุ่มแม่น้ำไรน์ ซึ่งเป็นดินแดนเบื้องหลังเมืองท่าของเมืองรอตเตอร์แดม

ประเทศต่าง ๆ ที่มีการค้าขายทางทะเล จะมีเมืองท่าของตนเอง แต่เมืองท่าที่มีอยู่มากมายนั้นมีความสำคัญไม่เท่ากัน บางแห่งก็มีเรือมาจอดและค้าขายมากมาย แต่บางแห่งก็มีไม่มากนัก ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความสะดวกในการใช้ท่าเรือ ตลอดจนความสำคัญของดินแดนเบื้องหลังเมืองท่าของเมืองท่านั้น ๆ

ดังได้กล่าวมาแล้ว อย่างไรก็ตาม มีเมืองท่าอยู่ ๒ ชนิดที่มีความสำคัญในการพาณิชย์อยู่มาก ได้แก่ **เมืองท่าศูนย์ถ่ายสินค้า (Entrepôt Port)** และ **เมืองท่าปลอดภาษี (Free Port)**

เมืองท่าศูนย์ถ่ายสินค้า หมายถึงเมืองท่าที่ทำหน้าที่เป็นสถานีกลางรับส่งสินค้าและผู้โดยสารให้กับเมืองท่าอื่น ๆ ที่อยู่ใกล้เคียง โดยปกติเมืองท่าชนิดนี้มักตั้งอยู่ในเส้นทางเดินเรือสายใหญ่ มีลักษณะเป็นศูนย์กลางที่ติดต่อกับเมืองท่าอื่น ๆ ในย่านนั้นได้สะดวก และมีบริการต่าง ๆ อย่างพร้อมเพรียง เช่นมีท่าเรือกว้างขวาง มีอุปกรณ์ในการขนถ่ายสินค้า มีคลังเก็บสินค้า และมีบริษัทธุรกิจที่ทำหน้าที่ติดต่อค้าขายกับต่างประเทศเป็นจำนวนมาก ตัวอย่างของเมืองท่าศูนย์ถ่ายสินค้าที่มีชื่อเสียง ก็ได้แก่ สิงคโปร์ ฮ่องกง และลอนดอน

เมืองท่าปลอดภาษี หมายถึงเมืองท่าที่เปิดให้ส่งสินค้าผ่านเข้าออกโดยไม่มีการเก็บภาษี เพื่อเป็นการส่งเสริมในด้านการค้าให้มากขึ้น โดยมากแล้วเมืองท่าศูนย์ถ่ายสินค้ามักจะเป็นเมืองท่าปลอดภาษีด้วย ตัวอย่างของเมืองท่าปลอดภาษี ก็ได้แก่ สิงคโปร์ ปีนัง และฮ่องกง เป็นต้น

คลองนานาชาติ คลองนานาชาติเป็นคลองที่ขุดขึ้นเพื่อย่นระยะทางติดต่อทางทะเลและมหาสมุทร เพื่อเปิดให้เรือของชาติต่าง ๆ ผ่านได้โดยไม่มีข้อจำกัด เพียงแต่เสียค่าธรรมเนียมในการใช้คลองนั้นให้แก่เจ้าของประเทศผู้ดูแลปกครอง เพื่อเป็นค่าใช้จ่ายในการดูแลรักษาคลองนั้นให้อยู่ในสภาพที่ใช้การได้ คลองนานาชาติที่นับว่าสำคัญมาก มีอยู่ ๓ คลอง คือ

๑. **คลองสุเอซ (Suez Canal)** เป็นคลองที่ขุดขึ้นเพื่อเชื่อมทะเลเมดิเตอร์เรเนียนกับทะเลแดงผ่านคอคอดสุเอซ เป็นระยะทางยาวประมาณ ๑๖๐ กิโลเมตร คลองนี้ช่วยย่นระยะทางเดินเรือระหว่างทวีปยุโรปกับทวีปเอเชียได้อย่างมาก โดยไม่ต้องอ้อมปลายแหลมกู๊ดโฮปของทวีปแอฟริกา คือจากยุโรปมาอินเดีย จะย่นระยะทางได้ประมาณ ๗ – ๘ พันกิโลเมตร

ปัจจุบันคลองนี้อยู่ในความควบคุมดูแลของประเทศสหสาธารณรัฐอาหรับ ซึ่งยินยอมให้เรือของชาติต่าง ๆ ผ่านเข้าออกได้ โดยเสียค่าธรรมเนียมให้แก่

รัฐบาลสหสาธารณรัฐอาหรับ มียกเว้นเพียงประเทศเดียวคืออิสราเอลที่ไม่อาจใช้คลองนี้ได้ เพราะรัฐบาลสหสาธารณรัฐอาหรับถือว่าเป็นศัตรูของตน และอ้างว่าไม่เป็นการปลอดภัยที่จะให้ใช้คลองนี้

๒. **คลองปานามา (Panama Canal)** เชื่อมมหาสมุทรแอตแลนติกกับมหาสมุทรแปซิฟิก โดยผ่านคอคอดปานามา คลองนี้มีระยะทางยาว ๖๔ กิโลเมตร และย่นระยะทางเดินเรือจากฝั่งตะวันออกถึงฝั่งตะวันตกของสหรัฐอเมริกาได้ประมาณ ๑๒,๐๐๐ กิโลเมตร โดยไม่ต้องอ้อมปลายแหลมฮอร์นของทวีปอเมริกาใต้

คลองนี้อยู่ในความควบคุมดูแลของสหรัฐอเมริกา ซึ่งทำสัญญาเช่าดินแดนสองฝั่งคลองนี้จากประเทศปานามา โดยไม่มีกำหนดระยะเวลา เรียกชื่อดินแดนส่วนนั้นว่า คะแนลโซน (Canal Zone)

๓. **คลองคีล (Kiel Canal)** เชื่อมทะเลเหนือกับทะเลบอลติก ตั้งแต่เมืองคีลที่ชายฝั่งทะเลบอลติก จนถึงปากแม่น้ำเอลเบ ใกล้ ๆ กับเมืองท่าฮัมบูร์ก เป็นระยะทางยาว ๙๗ กิโลเมตร คลองนี้อยู่ในเขตของประเทศเยอรมันตะวันตก แต่เปิดให้เรือของชาติต่าง ๆ ผ่านเข้าออกได้ มีประโยชน์ในการเดินเรือ โดยที่เรือไม่ต้องแล่นอ้อมคาบสมุทรจัตแลนด์ เมื่อเดินทางระหว่างทะเลเหนือกับทะเลบอลติก และจะย่นระยะทางได้ประมาณ ๗๕๐ กิโลเมตร

เส้นทางเดินเรือที่สำคัญของโลก

๑. **เส้นทางเดินเรือในมหาสมุทรแอตแลนติก** ในมหาสมุทรแอตแลนติกซึ่งแบ่งออกได้เป็น ๒ ตอน คือ แอตแลนติกเหนือและแอตแลนติกใต้ ปรากฏว่ามหาสมุทรแอตแลนติกเหนือมีเส้นทางเดินเรือหนาแน่นมาก และกล่าวได้ว่าไม่มีมหาสมุทรใด ๆ ที่จะมีการเดินเรือมากเท่ากับในมหาสมุทรแอตแลนติกเหนือนั้น

ความสำคัญของมหาสมุทรแอตแลนติกเหนือ อยู่ที่การเชื่อมส่วนที่มีประชากรอยู่หนาแน่น และมีความเจริญทางเศรษฐกิจสูงของ ๒ ทวีปเข้าด้วยกัน

คือยุโรปตะวันตกกับภาคตะวันออกของสหรัฐอเมริกาและแคนาดาจึงมีการขนส่งสินค้า ตลอดจนการเดินทางของพลเมืองติดต่อกันเป็นจำนวนมาก เมืองท่าสำคัญทางด้านทวีปอเมริกาเหนือ ก็ได้แก่เมือง นิวยอร์ก บอสตัน ฟีลลาเดลเฟีย มอนตรีออล ควิเบก ส่วนทางด้านยุโรปตะวันตก ก็ได้แก่เมือง เซาธ์แธมตัน ลิเวอร์พูล กลาสโกว ลอนดอน อันตเวอร์ป เลออาฟเวรอะ รอตเตอร์แดม ฮัมบูร์ก ออสโล และโคเปนเฮเกน

ตามปกติแล้ว สินค้าที่ส่งทางเรือข้ามมหาสมุทรแอตแลนติกเหนือทางตะวันตกมาตะวันออก มีน้ำหนักมากกว่าทางตะวันออกไปตะวันตก ๓ – ๔ เท่า สินค้าที่ยุโรปส่งไปอเมริกาเหนือ ส่วนใหญ่ประกอบด้วยสินค้าสำเร็จรูปจากโรงงานอุตสาหกรรม มีน้ำหนักและปริมาณน้อย แต่มีราคาสูง ส่วนที่ส่งจากอเมริกามายุโรป ส่วนใหญ่เป็นสินค้าประเภทอาหารและวัตถุดิบ อย่างเช่นข้าวสาลี ไม้เยื่อกระดาษ ฝ้าย เนื้อสัตว์ นมเนย แร่เหล็ก และแร่ถ่านหิน

ในมหาสมุทรแอตแลนติกใต้ มีเส้นทางเดินเรือที่เชื่อมทวีปยุโรปกับทวีปอเมริกาใต้ และเชื่อมทวีปอเมริกาเหนือกับทวีปอเมริกาใต้ แต่เนื่องจากทวีปอเมริกาใต้ยังมีความเจริญทางเศรษฐกิจอยู่น้อย ฉะนั้น การค้าขายจึงมีไม่มากนัก มีเมืองท่าสำคัญมาก ๒ เมืองคือ เมืองริโอเดจาเนโร และเมืองบัวโนสไอเรส

๒. **เส้นทางเดินเรือในมหาสมุทรแปซิฟิก** มีเส้นทางสำคัญ ๒ สาย คือ สายหนึ่งเชื่อมเมืองท่าบนฝั่งแปซิฟิกของทวีปอเมริกาเหนือ กับเมืองท่าของญี่ปุ่น ฟิลิปปินส์ และสิงคโปร์ อีกสายหนึ่งติดต่อคลองปานามากับนิวซีแลนด์และออสเตรเลีย แต่สายแรกมีความสำคัญมากกว่า เชื่อมเมืองท่าของสหรัฐอเมริกาและแคนาดา ซึ่งมีเมืองซานฟรานซิสโก และซีแอตเติล เป็นเมืองสำคัญ กับเมืองท่าโยโกฮามาและโกเบของญี่ปุ่น เมืองท่ามะนิลาของฟิลิปปินส์ ตลอดจนเมืองฮ่องกง สิงคโปร์ และกรุงเทพ ฯ ในเส้นทางนี้ผ่านเมืองท่าโฮโนลูลูในหมู่เกาะฮาวายด้วย สินค้าที่ส่งจากอเมริกาเหนือมาเอเชีย มีไม้ เยื่อกระดาษ เศษเหล็ก ข้าวสาลี น้ำมัน ฝ้าย ผลไม้กระป๋อง เครื่องจักร ส่วน

ที่ส่งจากเอเชียไปอเมริกาเหนือ มีเนื้อมะพร้าวตากแห้ง น้ำตาล ป่าน น้ำมันพืช ยางพารา ดีบุก

ส่วนสายที่เชื่อมคลองปานามากับนิวซีแลนด์และออสเตรเลียนั้น เป็นการแลกเปลี่ยนสินค้าของออสเตรเลียและนิวซีแลนด์ กับของยุโรปและอเมริกาเหนือ มีเกาะตาฮิติ (Tahiti) ทางตอนกลางของมหาสมุทรแปซิฟิก ตั้งอยู่ในเส้นทางผ่าน สินค้าที่ส่งจากออสเตรเลียและนิวซีแลนด์ มีผลิตผลจากสัตว์ เช่น ขนสัตว์ เนื้อ และนมเนย ส่วนที่ส่งมาจากยุโรปและอเมริกาเหนือ มีสินค้าอุตสาหกรรมต่าง ๆ

๓. **เส้นทางเดินเรือในทะเลเมดิเตอร์เรเนียน และมหาสมุทรอินเดีย** เส้นทางนี้ใช้กันมาตั้งแต่สมัยโบราณ แต่มีความสำคัญมากขึ้นเมื่อได้ขุดคลองสุเอซและเปิดใช้ใน พ.ศ. ๒๔๑๒ ทำให้ย่นระยะทางติดต่อระหว่างยุโรปกับเอเชียได้มาก ในทะเลเมดิเตอร์เรเนียนมีเมืองท่าในยุโรปใต้ที่มีความสำคัญบางเมือง ได้แก่เมืองมาร์ไซย์ เจนัว เนเปิลส์ ส่วนทางด้านคลองสุเอซและทะเลแดง ก็มีเมืองปอร์ตเสด สุเอซ และเอเดน และในมหาสมุทรอินเดีย มีเมืองท่าสำคัญคือ การาจี บอมเบย์ โคลัมโบ กัลกัตตา และสิงคโปร์ สินค้าที่ส่งจากเอเชียไปยุโรป มีน้ำมัน หนังสัตว์ ขนสัตว์ ผลไม้ จากเมืองท่าในเอเชียตะวันตกเฉียงใต้ ฝ้าย พืชน้ำมัน จากการาจีและบอมเบย์ ใบชาจากโคลัมโบ ปอกระเจาและผ้ากระสอบจากกัลกัตตาและจิตตะกอง ข้าวเจ้า ยางพารา ดีบุก มะพร้าว น้ำตาล เครื่องเทศ จากสิงคโปร์ จาการ์ตา มะนิลา และกรุงเทพฯ ส่วนสินค้าที่ส่งจากยุโรปมาเอเชีย มีเครื่องจักร ยานพาหนะ เหล็กและเหล็กกล้า ผ้าฝ้าย และเคมีภัณฑ์

ค. **การคมนาคมทางอากาศ** การคมนาคมติดต่อโดยทางเครื่องบินนั้นมีเส้นทางติดต่อกว้างขวางมาก เพราะเครื่องบินสามารถที่จะเดินไปได้เป็นระยะทางไกล ๆ และไม่ค่อยมีข้อจำกัดทางด้านสภาพภูมิอากาศหรือภูมิประเทศมากนัก

ฉะนั้น จึงอาจจะเดินทางผ่านทะเลทรายหรือขั้วโลกก็ได้ แต่ทั้งนี้มิได้หมายความว่า จะสามารถใช้เส้นทางบินได้ตามชอบใจ เพราะจะต้องคำนึงถึงท่าอากาศยานที่เครื่องบินจะต้องลงจอดแวะ เพื่อรับส่งสินค้าและผู้โดยสาร และเติมเสบียง เชื้อเพลิง ตลอดจนคำอนุญาตจากเจ้าของประเทศที่เครื่องบินนั้นบินผ่านด้วย ในปัจจุบันเครื่องบินสามารถเดินทางได้ในระยะทางไกล ๆ มากขึ้น ฉะนั้น ความจำเป็นในเรื่องการหาสถานีท่าอากาศยานสำหรับเติมเชื้อเพลิง ได้ลดน้อยลงไป แต่ในขณะเดียวกัน ท่าอากาศยานที่มีอยู่ ก็ต้องแข่งขันกันในด้านการให้ความสะดวกแก่เครื่องบินที่มาจอดแวะมากขึ้น

การคมนาคมทางอากาศนั้นต้องเสียค่าใช้จ่ายสูง ในปัจจุบันจึงเหมาะสำหรับการขนส่งผู้โดยสารและสินค้าบางชนิดเท่านั้น และเขตที่มีเส้นทางคมนาคมทางอากาศหนาแน่นมากที่สุด ก็คือในทวีปยุโรปและทวีปอเมริกาเหนือ โดยเฉพาะในสหรัฐอเมริกานั้น กล่าวได้ว่ามีบริษัทการบินอยู่มากที่สุด และมีจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางโดยทางเครื่องบินมากกว่าประเทศอื่น ๆ มีเมืองที่เป็นท่าอากาศยานสำคัญ ได้แก่ นิวยอร์ก วอชิงตัน ชิกาโก ลอสแอนเจลิส ส่วนในยุโรปก็มีเมืองท่าอากาศยานที่สำคัญ ได้แก่ ลอนดอน ปารีส ออสโล แอมสเตอร์-แดม ฟรังฟูร์ต เจนีวา โรม และอะเธนส์

นอกจากจะติดต่อกับประเทศต่าง ๆ ภายในทวีปแล้ว ทวีปยุโรปกับทวีปอเมริกาเหนือยังมีการติดต่อระหว่างกัน และติดต่อกับทวีปอื่น ๆ ด้วย จากยุโรปมีเส้นทางบินจากปารีส ลอนดอน กลาสโกว์ ไปเชื่อมกับ นิวยอร์กและวอชิงตัน และจากปารีส ลอนดอน และโรม ไปเชื่อมกับ แอลเจียร์ ไคโร เซนต์หลุยส์ โยฮันเนสเบอร์ก และเคปเทาน์ในแอฟริกา สายการบินที่เชื่อมยุโรปกับเอเชีย มีเส้นทางบินจากลอนดอน ปารีส แอมสเตอร์แดม มายังอิสตันบูล แบกแดด อบาดาน การาจี บอมเบย์ กัลกัตตา ย่างกุ้ง กรุงเทพ ฯ ฮ่องกงและโตเกียว และที่กรุงเทพ ฯ มีเส้นทางแยกไปสิงคโปร์ จาการ์ตา และซิดนีย์ด้วยอีกสายหนึ่ง

บทที่ ๑๑ แผนที่

ความสำคัญของแผนที่

แผนที่ คือสิ่งที่เขียนลงบนพื้นราบ โดยใช้เส้น สัญญลักษณ์และเครื่องหมายต่าง ๆ เพื่อแสดงลักษณะภูมิประเทศ และสิ่งต่าง ๆ ที่ปรากฏอยู่บนพื้นโลก ให้เห็นอาณาเขต ที่ตั้ง และความสัมพันธ์ในทางพื้นที่ของสิ่งต่าง ๆ เหล่านั้น โดยที่การเขียนนี้จะย่อส่วนพื้นที่ให้เล็กลงตามที่ต้องการ เพื่อให้สามารถแสดงพื้นที่กว้างใหญ่ในหน้ากระดาษ หรือวัสดุที่มีพื้นราบอย่างอื่นใดได้ ซึ่งพื้นที่ที่แสดงในแผนที่นั้น อาจจะมีขนาดตั้งแต่ตำบลเล็ก ๆ ไปจนถึงประเทศหรือทวีป หรือหมดทั้งโลกก็ได้ สุดแล้วแต่ว่าจะย่อส่วนให้เล็กลงเท่าใด

สิ่งต่าง ๆ ที่แสดงไว้ในแผนที่นั้น อาจจะเป็นอะไรก็ได้ อย่างเช่น อาจจะเป็นลักษณะภูมิประเทศ หรือสิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้น เช่น เส้นทางถนน ทางรถไฟ เมืองและเขตชุมชน ตลอดจนอาจจะใช้แสดงเขตที่กำหนดขึ้น เช่น เขตภูมิอากาศ เขตพืชพรรณธรรมชาติ เขตเกษตรกรรม เขตการเมือง เขตเชื้อชาติมนุษย์ รวมทั้งการแสดงที่ตั้งของแหล่งแร่ และอุตสาหกรรม ความหนาแน่นและการกระจายของประชากร หรือผลิตผลต่าง ๆ กล่าวอีกนัยหนึ่งก็คือว่า แผนที่สามารถจะแสดงสิ่งใด ๆ ที่ปรากฏอยู่บนพื้นโลก เพื่อให้เห็นความสัมพันธ์ในทางพื้นที่ของสิ่งเหล่านั้น ไม่ว่าสิ่งนั้นจะมีอยู่เองตามธรรมชาติ หรือเป็นสิ่งที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น

ความจริง แผนที่มีประโยชน์และนำมาใช้กับวิชาการต่าง ๆ อยู่มาก แต่ที่สำคัญคือการนำมาใช้กับวิชาภูมิศาสตร์ เพราะวิชาภูมิศาสตร์มุ่งหมายในการศึกษาลักษณะต่าง ๆ ที่ทำให้พื้นผิวโลกคล้ายคลึงกันหรือแตกต่างกัน ซึ่งการที่จะเห็นความคล้ายคลึงกันหรือความแตกต่างกัน ในพื้นที่กว้างขวางได้นั้น จะเห็นได้ชัดเจนจากแผนที่ที่ย่อส่วนลงแล้ว มากกว่าที่จะดูจากพื้นที่ตามความเป็นจริง ตัวอย่างเช่น ถ้าเราจะศึกษาลักษณะภูมิประเทศของประเทศไทยว่ามีลักษณะอย่างไร หากเราไปเดินสำรวจดูพื้นที่ต่าง ๆ ทั่วประเทศ ก็คงจะไม่สามารถนึกเห็นภาพได้ว่า ประเทศไทยนั้นมีลักษณะรูปร่างอย่างไร มีภูมิประเทศสูงต่ำ เป็นภูเขา ที่ราบสูง หรือที่ราบอย่างใด เพราะขณะที่เราเดินอยู่ในพื้นที่แห่งหนึ่งแห่งใดนั้น เราไม่อาจจะเกิดความนึกคิดสร้างความสัมพันธ์ในทาง

พื้นที่ ระหว่างบริเวณที่กำลังสำรวจกับบริเวณส่วนอื่น ๆ ของประเทศได้ แต่ถ้าหากเราดูจากแผนที่ของประเทศไทยที่มีผู้ทำขึ้นไว้แล้ว เราก็จะสามารถเข้าใจถึงลักษณะภูมิประเทศได้ทันทีว่า ตอนใดของประเทศเป็นภูเขาสูง ตอนใดเป็นที่ราบ สูงต่ำอย่างไร มีแม่น้ำลำธารไหลไปในทิศทางใด มีทางถนนหรือทางรถไฟเชื่อมจังหวัดใดกับจังหวัดใด เหล่านี้เป็นต้น เพราะเราเห็นความสัมพันธ์ในทางพื้นที่ได้ทันทีในคราวเดียวกัน แผนที่จึงมีประโยชน์อยู่มากดังนี้ มีคำกล่าวว่า แผนที่ คือเครื่องมือที่ดีที่สุดของนักภูมิศาสตร์ ซึ่งก็เป็นความจริง และในการศึกษาวิชาภูมิศาสตร์ แผนที่เป็นสิ่งจำเป็นที่จะขาดเสียมิได้

การแสดงสัณฐานของโลก

โลกมีสัณฐานกลม แต่ไม่กลมอย่างแท้จริงทีเดียว คือ ป่องออกตรงกลาง (หรือแถบศูนย์สูตร) เล็กน้อย เส้นผ่าศูนย์กลางของโลก วัดจากขั้วโลกเหนือถึงขั้วโลกใต้ ยาว ๑๒,๗๑๔ กิโลเมตร แต่ถ้าวัดที่ศูนย์สูตรจะยาว ๑๒,๗๕๗ กิโลเมตร การที่โลกมีสัณฐานไม่กลมทีเดียวนี้ก็เนื่องจากการหมุนรอบตัวเองของโลก ทำให้เกิดแรงเหวี่ยงออก ซึ่งมีมากที่สุดที่แถบศูนย์สูตร และจึงเกิดการป่องออกที่บริเวณแถบนั้น อย่างไรก็ตาม ความแตกต่างกันระหว่างเส้นผ่าศูนย์กลาง วัดที่ขั้วโลกกับที่ศูนย์สูตร ซึ่งมีอยู่ ๔๓ กิโลเมตรนี้ มีน้อยมาก ซึ่งถ้าหากจะย่อส่วนของโลกให้เล็กลงเท่ากับลูกโลกจำลองที่ใช้กันอยู่ตามโรงเรียนแล้วจะไม่สามารถแสดงความแตกต่างนี้ได้เลย

การที่โลกมีสัณฐานกลม แต่แผนที่ที่เขียนขึ้นนั้น เขียนบนพื้นราบ ฉะนั้นแผนที่จึงไม่อาจจะแสดงสัณฐานที่แท้จริงของโลกได้ ถ้าหากจะให้สามารถแสดงสัณฐานที่ถูกต้องของโลกได้ ก็จะต้องใช้วิธีสร้าง **ลูกโลก (globe)** ขึ้น โดยที่บนลูกโลกนั้น ก็อาจจะแสดงสิ่งต่าง ๆ ที่ต้องการ อย่างเช่น เส้นเมริเดียน เส้นขนาน ทวีป ทะเลและมหาสมุทร การแบ่งเขตประเทศ ที่ตั้งของเมือง เส้นทางคมนาคมขนส่ง เป็นต้น แต่ลูกโลกไม่อาจจะใช้ประโยชน์ได้มากเหมือนกับแผนที่ เพราะไม่สามารถจะแสดงพื้นที่ส่วนหนึ่งส่วนใดของโลกให้เห็นได้ละเอียดชัดเจนมากนัก ถ้าจะแสดงละเอียดก็จะต้องสร้างลูกโลกขนาดใหญ่มหึมา ซึ่งใช้ไม่สะดวก และก็ดูได้ลำบากด้วย ผิดกับแผนที่ซึ่งเราสามารถจะเลือกแสดง

เฉพาะพื้นที่ส่วนหนึ่งส่วนใดของโลก และจะย่อส่วนให้น้อยหรือมากเท่าใดก็ได้ แผนที่และลูกโลกจึงมีประโยชน์แตกต่างกันไป สุดแล้วแต่ความมุ่งหมายในการนำมาใช้

ชนิดของแผนที่

แผนที่ที่เขียนขึ้นนั้น มีอยู่มากมายหลายชนิด สุดแล้วแต่จะเขียนขึ้นเพื่อแสดงอะไร และใช้ประโยชน์อย่างใด ที่สำคัญ ๆ มีดังนี้ คือ

๑. **แผนที่แสดงภูมิประเทศ (Physical Maps)** เป็นแผนที่ซึ่งแสดงเส้นทาง แม่น้ำ ลำธาร ภูเขา และที่ราบ โดยใช้เส้นชั้นความสูง (contour lines) หรือใช้สีระบาย แสดงความแตกต่างระหว่างที่สูงกับที่ราบให้เห็นชัด ในแผนที่แสดงภูมิประเทศอาจจะแสดงสิ่งอื่น ๆ ด้วยก็ได้ อย่างเช่นที่ตั้งของหมู่บ้าน หรือเมือง หรือเส้นแบ่งเขตแดน เป็นต้น แผนที่แสดงภูมิประเทศที่ทำขึ้นอย่างละเอียด เรียกชื่อว่า **Topographic maps** มีประโยชน์มากในด้านการทหาร และการศึกษาพื้นที่ภูมิประเทศ

๒. **แผนที่การเมือง (Political Maps)** เป็นแผนที่ที่แสดงเส้นกั้นเขตแดนและอาณาเขตของประเทศ หรือส่วนการปกครอง ให้เห็นชัดเจน ตลอดจนชื่อของตำบล สถานที่ต่าง ๆ

๓. **แผนที่เศรษฐกิจ (Economic Maps)** เป็นแผนที่แสดงลักษณะการกระจายหรือความหนาแน่นของประชากร หรือผลิตผลต่าง ๆ ตลอดจนเส้นทางค้า เส้นทางขนส่ง เขตกสิกรรมหรือเขตอุตสาหกรรม แหล่งทรัพยากรต่าง ๆ เช่นแหล่งแร่ แหล่งป่าไม้ ฯลฯ เป็นต้น

๔. **แผนที่เดินเรือ และแผนที่การบิน (Sea Charts & Aeronautical Charts)** เป็นแผนที่ที่เขียนขึ้นเพื่อใช้ประโยชน์โดยเฉพาะในการเดินเรือหรือการบิน อย่างเช่นแผนที่เดินเรือ ก็แสดงถึงลักษณะของฝั่ง ความลึกของน้ำในเวลาน้ำขึ้นน้ำลง ทิศทางของกระแสน้ำ ร่องน้ำ และหินโสโครกใต้น้ำ เป็นต้น ส่วนแผนที่การบินก็แสดงให้เห็นลักษณะภูมิประเทศ ตลอดจนสิ่งก่อสร้างต่าง ๆ เช่น สนามบิน สถานีวิทยุ ที่จะช่วยให้นักบินใช้เป็นเครื่องสังเกตเส้นทางบินของตน

นอกจากนี้ยังมีแผนที่อย่างอื่น ๆ อีกมาก อย่างเช่น **แผนที่ลมฟ้าอากาศ** เป็นแผนที่แสดงลักษณะของลมฟ้าอากาศ ที่มีอยู่ในชั่วเวลาหนึ่งเวลาใดของท้องถิ่นหนึ่ง โดยแสดงลักษณะของอุณหภูมิ ความกดอากาศ ทิศทางและความเร็วของลม ปริมาณเมฆในท้องฟ้า ฯลฯ เป็นต้น **แผนที่ธรณีวิทยา** เป็นแผนที่แสดงลักษณะโครงสร้างของเปลือกโลก ชนิดของหินและแหล่งแร่ **แผนที่ประวัติศาสตร์** เป็นแผนที่แสดงความเจริญเติบโต หรือการเปลี่ยนแปลงเส้นแบ่งเขตแดนของประเทศต่าง ๆ ในระยะเวลาต่าง ๆ กัน ที่ตั้งของเมืองโบราณ เส้นทางค้าและการคมนาคมในสมัยโบราณ ตลอดจนเส้นทางอพยพโยกย้ายหรือเส้นทางเดินทัพ เป็นต้น และ **แผนที่โฉนด** เป็นแผนที่ที่ใช้มาตราส่วนใหญ่ ๆ เพื่อแสดงอาณาเขตของพื้นที่ที่เป็นกรรมสิทธิ์ของเอกชน

การเขียนและการอ่านแผนที่

ในการเขียนและการอ่านแผนที่นั้น มีสิ่งต่าง ๆ ที่จะต้องศึกษาให้เข้าใจ เพราะเป็นส่วนประกอบสำคัญของแผนที่ คือ

๑. **พิกัดภูมิศาสตร์ (Geographic Coordinates)** พิกัดภูมิศาสตร์ คือกำหนดตำแหน่งที่ตั้งของจุดหนึ่งจุดใดบนพื้นผิวโลก เพื่อให้สามารถทราบได้ว่าจุดนั้น ๆ ตั้งอยู่ ณ ที่ใด การกำหนดนี้อาศัยกำหนดจาก **ละติจูด** และ **ลองจิจูด**

ก. **ละติจูด (Latitude)** ละติจูดคือการกำหนดตำแหน่งที่ตั้งของจุดหนึ่งจุดใดบนผิวโลก ว่าอยู่ห่างจากศูนย์สูตรมากน้อยแค่ใด และคิดค่าเป็นองศา ทั้งนี้โดยถือว่าพื้นผิวโลกจากขั้วโลกเหนือไปถึงขั้วโลกใต้ มีลักษณะเป็นครึ่งวงกลมซึ่งมีค่าเท่ากับ ๑๘๐ องศา ฉะนั้น ถ้าหากจะให้จุดที่อยู่กึ่งกลางระหว่างขั้วโลกทั้งสองมีตำแหน่งเป็นละติจูด ๐ องศา (ซึ่งเป็นละติจูดของศูนย์สูตร) จุดใด ๆ ที่อยู่ระหว่างละติจูด ๐ องศากับขั้วโลกเหนือ ก็จะตั้งต้นจากละติจูด ๑ องศาเหนือไปจนถึง ๘๙ องศาเหนือ และที่ขั้วโลกเหนือก็จะเป็นละติจูด ๙๐ องศาเหนือ ในทำนองเดียวกันจุดใด ๆ ที่อยู่ระหว่างละติจูด ๐ องศากับขั้วโลกใต้ ก็จะมีตำแหน่งที่ตั้งตั้งแต่ละติจูด ๑ องศาใต้ไปจนถึง ๘๙ องศาใต้ และสิ้นสุดที่ขั้วโลกใต้ ซึ่งเป็นละติจูด ๙๐ องศาใต้

ถ้าหากเราลากเส้นเชื่อมจุดต่าง ๆ ที่ตั้งอยู่ในละติจูดเดียวกันรอบโลก ก็จะได้วงกลมที่มีขนาดต่าง ๆ กันตามที่ตั้งของละติจูด และวงกลมเหล่านี้จะมีเส้นขนานกัน จึงเรียกว่า **เส้นขนาน** หรือ **เส้นขนานละติจูด (Parallels of Latitude)** เส้นขนานละติจูด ๐ องศา จะเป็นวงกลมที่มีขนาดใหญ่ที่สุด เรียกว่า **เส้นศูนย์-สูตร (Equator)** เส้นขนานอื่น ๆ จะมีขนาดของวงกลมเล็กลง ๆ เมื่อห่างจากเส้นศูนย์สูตรออกไป จนกระทั่งเหลือเป็นเพียงจุดที่ขั้วโลกทั้งสอง ฉะนั้น ในบรรดาเส้นขนานต่าง ๆ เส้นศูนย์สูตรจึงมีความยาวมากที่สุดเพียงเส้นเดียว และจัดเป็น **เส้นวงกลมใหญ่ (Great Circle)** ส่วนเส้นขนานอื่น ๆ เป็น **เส้นวงกลมเล็ก (Small Circle)** ทั้งนั้น

ข. **ลองจิจูด (Longitude)** ลองจิจูดคือการกำหนดตำแหน่งที่ตั้งของจุดใดบนพื้นผิวโลก ว่าอยู่ห่างจากเส้นเมริเดียนแรกเริ่ม **(Prime Meridian)** มากน้อยแค่ใด และคิดค่าเป็นองศาเช่นกัน การกำหนดลองจิจูดขึ้น ก็เพื่อจะให้สามารถทราบที่ตั้งของจุดหนึ่งจุดใดบนผิวโลกว่า อยู่ที่ตำแหน่งใดของเส้นขนานละติจูด เพราะถ้าหากจะกำหนดแต่ละติจูดอย่างเดียว จะไม่สามารถทราบตำแหน่งที่ตั้งได้แน่นอน เนื่องจากเส้นขนานละติจูดลากผ่านตำบลต่าง ๆ รอบโลก การกำหนดลองจิจูดจึงทำโดยแบ่งเส้นขนานละติจูด ซึ่งเป็นวงกลมออกเป็น ๓๖๐ องศา และให้จุดที่ตั้งของตำบลกรีนิชในกรุงลอนดอนมีตำแหน่งเป็นลองจิจูด ๐ องศา จุดต่าง ๆ ที่อยู่มาทางตะวันออกของลองจิจูด ๐ องศา จะมีตำแหน่งเป็นลองจิจูด ๑ องศาตะวันออก จนถึง ๑๗๙ องศาตะวันออก และในทำนองเดียวกัน จุดต่าง ๆ ที่อยู่ไปทางตะวันตกของลองจิจูด ๐ องศา ก็จะมีตำแหน่งเป็นลองจิจูด ๑ องศาตะวันตก จนถึง ๑๗๙ องศาตะวันตก ระหว่างลองจิจูด ๑๗๙ องศาตะวันออกกับ ๑๗๙ องศาตะวันตก จะเป็นลองจิจูด ๑๘๐ องศา ซึ่งอยู่ตรงกันข้ามกับลองจิจูด ๐ องศาพอดี

เส้นที่เชื่อมจุดต่าง ๆ ที่อยู่ในลองจิจูดเดียวกัน ตั้งแต่ขั้วโลกเหนือไปถึงขั้วโลกใต้ เรียกว่าเส้น **เมริเดียน (Meridians)** ซึ่งมีลักษณะเป็นครึ่งวงกลม และเส้นเมริเดียนทุกเส้นจะมีความยาวเท่ากัน หรืออีกนัยหนึ่ง เส้นเมริเดียนจะ

เป็นเส้นวงกลมใหญ่ทุกเส้น ซึ่งผิดกับเส้นขนานดังที่ได้กล่าวมาในตอนต้น เส้นเมริเดียนที่ลองจิจูด ๐ องศา ซึ่งเป็นเส้นที่ลากผ่านตำบลกรีนิช กรุงลอนดอนนั้นเรียกว่า **เส้นเมริเดียนแรกเริ่ม (Prime Meridian)**

เนื่องจากเส้นเมริเดียนทุกเส้นมีความยาวเท่ากัน ฉะนั้น ค่าของละติจูดบนเส้นเมริเดียนใด ๆ จึงมีระยะทางเท่ากัน คือ ๑ องศาละติจูดจะมีระยะทางเท่ากับ ๑๑๑ กิโลเมตร ทั้งนี้ผิดกับค่าของลองจิจูด เพราะเส้นขนานแต่ละเส้นมีความยาวไม่เท่ากัน ฉะนั้น ๑ องศาลองจิจูดที่เส้นศูนย์สูตร จะมีค่าเท่ากับ ๑๑๑ กิโลเมตร แต่ ๑ องศาลองจิจูดที่เส้นขนาน ๔๐ องศา จะมีค่าเท่ากับ ๘๕ กิโลเมตร และที่เส้นขนาน ๘๐ องศา จะมีค่าเพียง ๑๙ กิโลเมตรเท่านั้น ตัวอย่างเช่น ถ้าเราจะเดินทางไปตามเส้นศูนย์สูตร จากลองจิจูดที่ ๐ องศา ถึงลองจิจูดที่ ๒๐ องศา ก็จะเป็นระยะทางทั้งสิ้น ๒,๒๒๐ กิโลเมตร แต่ถ้าเราเดินทางไปตามเส้นขนานละติจูดที่ ๔๐ องศา จากลองจิจูดที่ ๐ องศา ถึงลองจิจูดที่ ๒๐ องศา เหมือนกัน จะเป็นระยะทางเดินทางทั้งสิ้นเพียง ๑,๗๐๐ กิโลเมตร

การกำหนดละติจูดและลองจิจูดนั้น นอกจากจะคิดค่าเป็นองศาแล้ว ก็ยังแบ่งซอยออกไปเป็นลิบดาและพิลิบดาอีกด้วย และจากการกำหนดพิกัดภูมิศาสตร์ดังได้อธิบายมาแล้วข้างต้นนี้ ทำให้สามารถแจ้งตำแหน่งที่ตั้งของจุดใด ๆ บนพื้นผิวโลกได้ ตัวอย่างเช่น กรุงเทพ ฯ ตั้งอยู่ที่ละติจูด ๑๓°๓๙′—๑๓°๕๕′ เหนือ และลองจิจูด ๑๐๐°๒๙′—๑๐๐°๔๓′ ตะวันออก เป็นต้น

ลองจิจูดกับการกำหนดเวลา เมื่อได้อธิบายเกี่ยวกับละติจูดและลองจิจูดแล้ว ก็ใคร่จะกล่าวถึงการกำหนดเวลาในที่ต่าง ๆ ของโลกด้วย เพราะมีความสัมพันธ์อยู่กับลองจิจูด กล่าวคือ โลกใช้เวลาหมุนรอบตัวเองประมาณ ๒๔ ชั่วโมงต่อหนึ่งรอบ ฉะนั้น ในรอบระยะเวลา ๒๔ ชั่วโมงนั้น จุดต่าง ๆ บนพื้นโลกซึ่งตั้งอยู่บนลองจิจูดต่างกัน จะได้รับแสดงอาทิตย์เต็มที่ไม่พร้อมกัน และจึงมีเวลาแตกต่างกันไปด้วย เวลาที่แตกต่างกันนี้ จะแตกต่างกัน ๔ นาทีต่อ ๑ องศาลองจิจูด หรือ ๑ ชั่วโมงต่อ ๑๕ องศาลองจิจูด ซึ่งเป็นเวลาท้องถิ่น (Local Time) ของสถานที่ต่าง ๆ เรียกชื่อว่า **เวลาเฉลี่ยของสถานที่**

(Place Mean Time) ใช้อักษรย่อว่า **P.M.T.** แต่ถ้าหากสถานที่ต่าง ๆ ในโลกจะใช้เวลาแตกต่างกันตามลองจิจูดดังกล่าวนี้ ก็จะก่อให้เกิดความยุ่งยากอย่างมากมาย เพราะเดินทางไปในระยะทางใกล้ ๆ ก็ต้องเปลี่ยนเวลา ตลอดจนเกิดปัญหาในการกำหนดเวลานัดหมายและการเดินทางด้วย ตัวอย่างเช่น กรุงเทพ ฯ ตั้งอยู่ประมาณ ๑๐๐°๓๐′ ตะวันตก ถ้าเวลาท้องถิ่นที่กรุงเทพ ฯ เท่ากับเที่ยงวันที่จังหวัดอุบลราชธานีซึ่งตั้งอยู่ที่ลองจิจูด ๑๐๕ องศาตะวันออก จะมีเวลาท้องถิ่นเท่ากับ ๑๒.๑๘ น. คือแตกต่างจากกรุงเทพ ฯ ๑๘ นาที การเดินทางหรือติดต่อธุรกิจก็จะเกิดความยุ่งยากไม่สะดวกขึ้น ด้วยเหตุนี้ จึงได้มีการตกลงกันระหว่างประเทศในอันที่จะใช้ **เวลามาตรฐาน (Standard Time)** ขึ้น ซึ่งยังคงอาศัยลองจิจูดเป็นเครื่องกำหนดความแตกต่างของเวลาท้องถิ่น แต่ไม่เคร่งครัดทีเดียว มีการกำหนดเวลาท้องถิ่นเสียใหม่เพื่อให้สะดวกยิ่งขึ้น ตัวอย่างเช่น เวลามาตรฐานของประเทศไทย ก็ถือเอาเวลาของลองจิจูด ๑๐๕ องศาตะวันออกเป็นหลักใช้ทั้งประเทศ สหภาพพม่ามีเวลามาตรฐานซึ่งช้ากว่าเวลามาตรฐานในประเทศไทยครึ่งชั่วโมง ฟิลิปปินส์มีเวลามาตรฐานเร็วกว่าของประเทศไทยหนึ่งชั่วโมง ส่วนอินเดียซึ่งมีอาณาเขตกว้างใหญ่ ก็ใช้เวลามาตรฐานเดียวกันทั้งประเทศ ซึ่งช้ากว่าเวลามาตรฐานของไทย ๑ ชั่วโมง ๓๐ นาที

การกำหนดเวลาท้องถิ่นดังกล่าวมาแล้วนี้ จำเป็นต้องสัมพันธ์กับเวลามาตรฐานแห่งหนึ่งแห่งใดของโลก ซึ่งทั่วโลกก็ได้ตกลงใช้กำหนดเวลาท้องถิ่นที่ตำบลกรีนิชในกรุงลอนดอน ซึ่งตั้งอยู่ที่ลองจิจูด ๐ องศา เป็นเวลามาตรฐานของโลก เรียกว่า **เวลามาตรฐานกรีนิช (Greenwich Mean Time)** ใช้อักษรย่อว่า **G.M.T.** จุดต่าง ๆ ที่อยู่ที่ลองจิจูดทางตะวันออกของกรีนิช จะมีเวลาเร็วขึ้นตามลำดับ จนถึงลองจิจูด ๑๘๐ องศา จะมีเวลาแตกต่างจากกรีนิช ๑๒ ชั่วโมง ในทางตรงกันข้าม จุดต่าง ๆ ที่อยู่ที่ลองจิจูดทางตะวันตกของกรีนิช ก็จะมีเวลาช้ากว่ากรีนิช จนถึงลองจิจูด ๑๘๐ องศา ก็จะมีเวลาแตกต่างจากกรีนิช ๑๒ ชั่วโมงเช่นกัน ฉะนั้น ลองจิจูด ๑๘๐ องศาจึงมีความสำคัญในการแบ่งความแตกต่างของเวลาทางด้านตะวันออก กับทางด้านตะวันตกของเส้นเมริเดียนนั้น ซึ่งความ

แตกต่างนี้จะเท่ากับ ๒๔ ชั่วโมงหรือหนึ่งวัน จึงมีการกำหนด **เส้นแบ่งวันสากล (International Date Line)** ขึ้น ซึ่งเส้นนี้เป็นเส้นสมมติที่อาศัยเส้นเมริเดียน ๑๘๐ องศาเป็นหลัก แต่ลากวกไปมาบ้างเล็กน้อย เพื่อประโยชน์ในการรวมหมู่เกาะที่อยู่ใต้การปกครองเดียวกันไว้ในเขตวันเดียวกัน แม้ว่าจะตั้งอยู่คนละด้านของเส้นเมริเดียนที่ ๑๘๐ องศาก็ตาม

จากการที่กำหนดเส้นแบ่งวันสากลขึ้น จึงมีผลในการทำให้ต้องเปลี่ยนวันเมื่อเดินทางข้ามเส้นสมมตินี้ ถ้าหากเดินทางจากญี่ปุ่นไปมลรัฐฮาวายโดยทางเครื่องบิน สมมติว่าออกเดินทางวันเสาร์ พอข้ามเส้นแบ่งวันสากล เวลาของท้องถิ่นจะเป็นวันศุกร์ คือช้ากว่าหนึ่งวัน แต่ถ้าเดินทางข้ามเส้นแบ่งวันสากลจากมลรัฐฮาวายมายังญี่ปุ่น จะต้องเพิ่มวันให้เร็วขึ้นอีกหนึ่งวัน

๒. **เส้นโครงแผนที่ (Map Projections)** แผนที่ก่อนที่เขียนรายละเอียดได้นั้น จะต้องมีเส้นโครงเสียก่อน เส้นโครงแผนที่ก็คือการเขียนเส้นเมริเดียนและเส้นขนานตามวิธีการต่าง ๆ เพื่อให้แผนที่นั้นมีคุณสมบัติตามที่ต้องการ และในการทำเส้นโครงแผนที่ ก็จำเป็นต้องอาศัยวิธีการคำนวณตามสูตรที่มีผู้สร้างขึ้นไว้

เส้นโครงแผนที่เป็นสิ่งจำเป็นในการเขียนแผนที่ เพราะว่าพื้นผิวโลกมีลักษณะเป็นส่วนโค้ง เมื่อจะแสดงลงบนแผนที่ซึ่งเป็นแผ่นกระดาษราบก็จำเป็นจะต้องมีวิธีการต่าง ๆ ที่จะเขียนเส้นเมริเดียน และเส้นขนานลงไปในแผนที่ให้ถูกต้องให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ แต่จะให้ถูกต้องเหมือนกับพื้นผิวโลกตามความเป็นจริงทุกอย่างย่อมทำไม่ได้ เหมือนกับถ้าเราจะกดเปลือกของส้มทั้งผลให้แบนราบ เพื่อให้สามารถเห็นส่วนต่าง ๆ บนผิวส้มลูกนั้น ผิวส้มก็จำเป็นต้องมีการยืดตัวหรือหดตัวในบางส่วน และบางทีก็ต้องฉีกขาดในบางส่วนด้วย ทำให้เนื้อที่ ทิศทาง หรือรูปร่างผิดแปลกไปจากเดิม การทำแผนที่ของโลกก็เช่นเดียวกัน ด้วยเหตุนี้จึงได้มีการคิดเส้นโครงแผนที่แบบต่าง ๆ ขึ้น เพื่อให้สามารถเขียนแผนที่ที่มีคุณสมบัติตามที่ต้องการได้ ซึ่งคุณสมบัติของแผนที่จะประกอบด้วยข้อต่าง ๆ ดังนี้ คือ

๑. **รักษาเนื้อที่ถูกต้องตามความเป็นจริง** หมายความว่า เนื้อที่บนพื้นที่

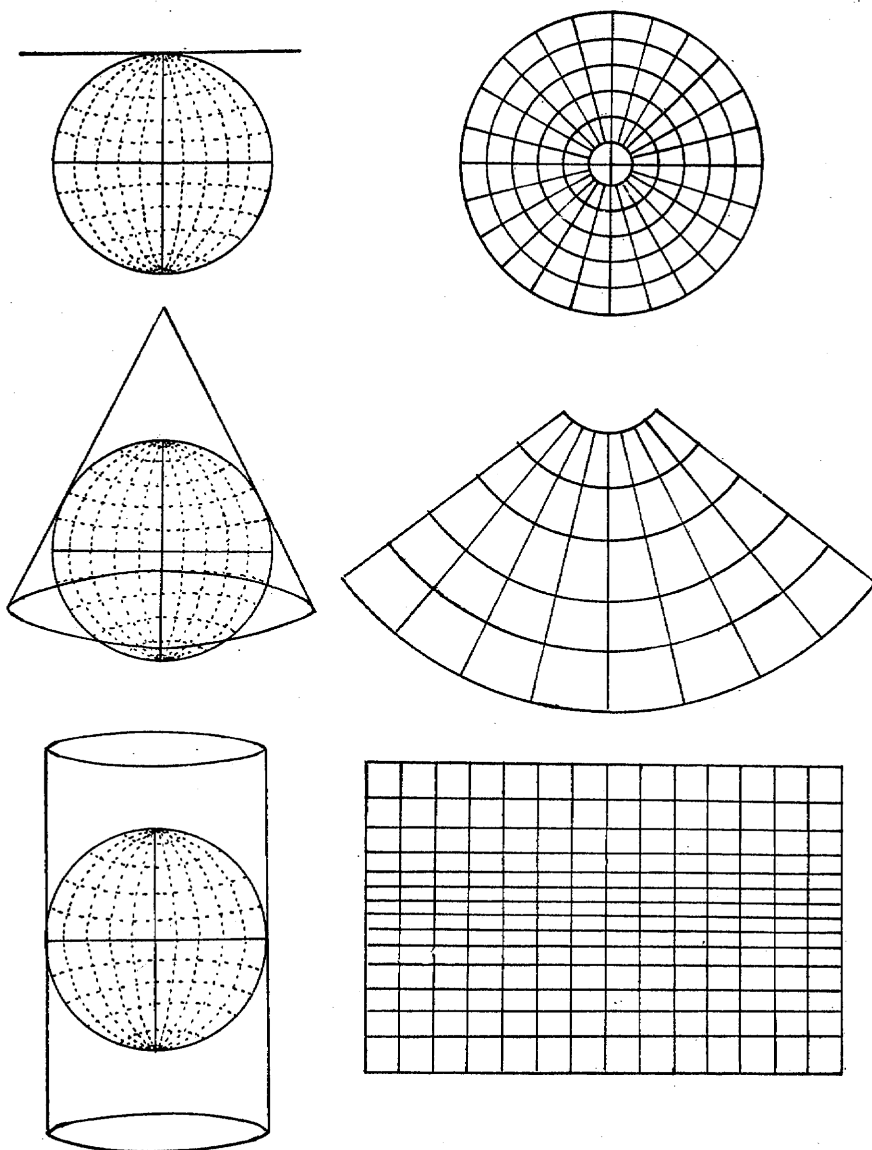
ใด ๆ ที่วัดได้จากแผนที่นั้น จะต้องเท่ากับเนื้อที่ตามความเป็นจริงบนพื้นดิน เมื่อขยายตามมาตราส่วนที่ใช้ในแผนที่นั้นแล้ว เส้นโครงแผนที่ที่มีคุณสมบัติตามข้อนี้เรียกว่า **เส้นโครงแผนที่คงพื้นที่** (Equal—Area Projections)

๒. **รักษาระยะทางถูกต้องตามความเป็นจริง** คือระยะทางที่ปรากฏอยู่บนแผนที่จะถูกต้องตามความเป็นจริงบนพื้นดิน เมื่อขยายตามมาตราส่วนแล้ว เส้นโครงแผนที่ที่มีคุณสมบัติตามข้อนี้เรียกว่า **เส้นโครงแผนที่คงระยะทาง (Equidistant Projections)**

๓. **รักษาทิศทางถูกต้องตามความเป็นจริง** คือทิศทางระหว่างจุดสองจุดใดๆบนแผนที่ จะถูกต้องตามความเป็นจริงเหมือนอย่างที่ปรากฏบนพื้นดิน เส้นโครงแผนที่ที่มีคุณสมบัติเช่นนี้เรียกว่า **เส้นโครงแผนที่คงทิศทาง (Azimuthal Projections)**

๔. **รักษารูปร่างถูกต้องตามความเป็นจริง** แผนที่ชนิดนี้แสดงรูปร่างของพื้นที่ เช่น ทวีป เกาะ ประเทศ ถูกต้องตามความเป็นจริง เหมือนที่เป็นอยู่บนพื้นดิน และเส้นโครงแผนที่ที่มีคุณสมบัติตามข้อนี้เรียกว่า **เส้นโครงแผนที่คงรูปร่าง** (Conformal Projections)

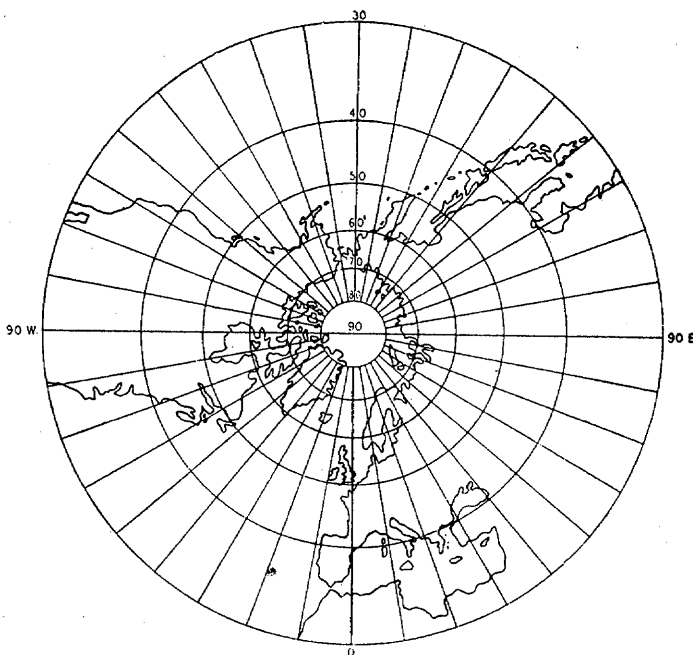
คุณสมบัติต่าง ๆ ของแผนที่ดังกล่าวมาแล้วข้างต้นนี้ จะไม่มีอยู่ครบถ้วนในแผนที่แผ่นหนึ่งแผ่นใด เพราะพื้นผิวโลกมีลักษณะเป็นส่วนโค้ง แต่แผนที่เป็นแผ่นราบ จำเป็นต้องมีการทำให้ผิดรูปหรือขนาด หรือดัดแปลงอย่างหนึ่งอย่างใด จึงจะแสดงลักษณะของพื้นผิวโลกลงบนแผนที่ได้ ด้วยเหตุนี้ แผนที่อาจจะมีคุณสมบัติในด้านรักษาเนื้อที่ตามความเป็นจริง แต่ไม่รักษาระยะทาง หรืออาจรักษาทิศทางตามความเป็นจริง แต่ไม่รักษารูปร่าง ดังนี้เป็นต้น การจะให้มีคุณสมบัติอย่างใด ก็สุดแล้วแต่ประโยชน์ที่จะนำไปใช้ และจึงต้องเลือกเส้นโครงแผนที่แบบที่เหมาะสมด้วย อย่างเช่นถ้าจะเขียนแผนที่แสดงเส้นทางเดินเรือ ก็ควรจะเลือกใช้เส้นโครงแผนที่คงทิศทาง เพราะวัดทิศได้แน่นอนจากแผนที่นั้น แต่ถ้าจะเขียนแผนที่แสดงการกระจาย และความหนาแน่นของประชากร ก็ควรใช้เส้นโครงแผนที่คงพื้นที่ เพื่อให้สามารถทราบจำนวนหรือความหนาแน่นของประชากรในพื้นที่ที่เป็นจริง



แสดงกำเนิดของเส้นโครงแผนที่ ๓ ประเภท คือเส้นโครงแผนที่อาศัยรูปพื้นราบ
เส้นโครงแผนที่อาศัยรูปกรวย และเส้นโครงแผนที่อาศัยรูปทรงกระบอก

เส้นโครงแผนที่ที่มีใช้กันในปัจจุบันนี้มีอยู่มากมายกว่า ๒๐๐ แบบ และแบ่งออกได้เป็น ๔ ประเภทใหญ่ ๆ ด้วยกัน คือ

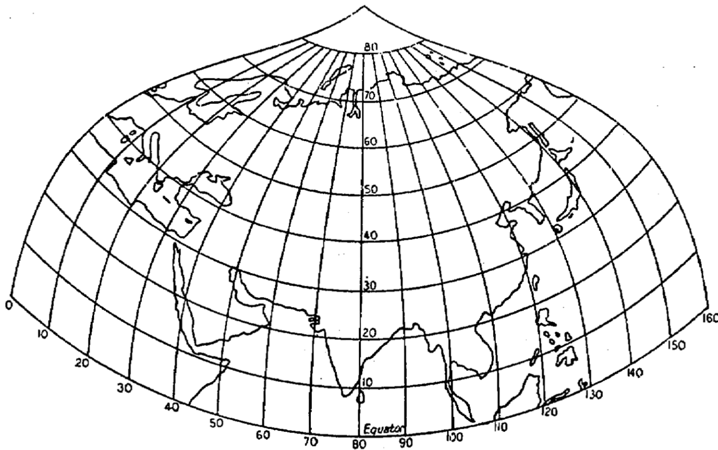
๑. **เส้นโครงแผนที่อาศัยรูปพื้นราบ (Zenithal Projections)** เป็นเส้นโครงแผนที่ประเภทที่สมมติว่ามีกระดาษพื้นราบมาสัมผัสลูกโลกที่จุดใดจุดหนึ่ง แล้วเงาของเส้นเมริเดียนและเส้นขนาน ฉายออกมาปรากฏบนแผ่นกระดาษราบนั้น (เป็นการสมมติ เพราะในการสร้างจริง ๆ ใช้วิธีการคำนวณไม่ได้ใช้การฉายเงา) เส้นโครงแผนที่อาศัยรูปพื้นราบนี้มีอยู่มากชนิดด้วยกัน ที่มีใช้กันมากก็ได้แก่ **เส้นโครงแผนที่แบบโนมอนิก (Gnomonic Projection)** ซึ่งใช้แสดงเส้นทางบิน เพราะเส้นตรงใด ๆ ที่ลากขึ้นในแผนที่นี้ จะแสดงเส้นทางเดินทางที่สั้นที่สุดระหว่างจุดสองจุดนั้น



เส้นโครงแผนที่แบบโนมอนิก ซึ่งมีขั้วโลกเหนือเป็นจุดศูนย์กลางของแผนที่

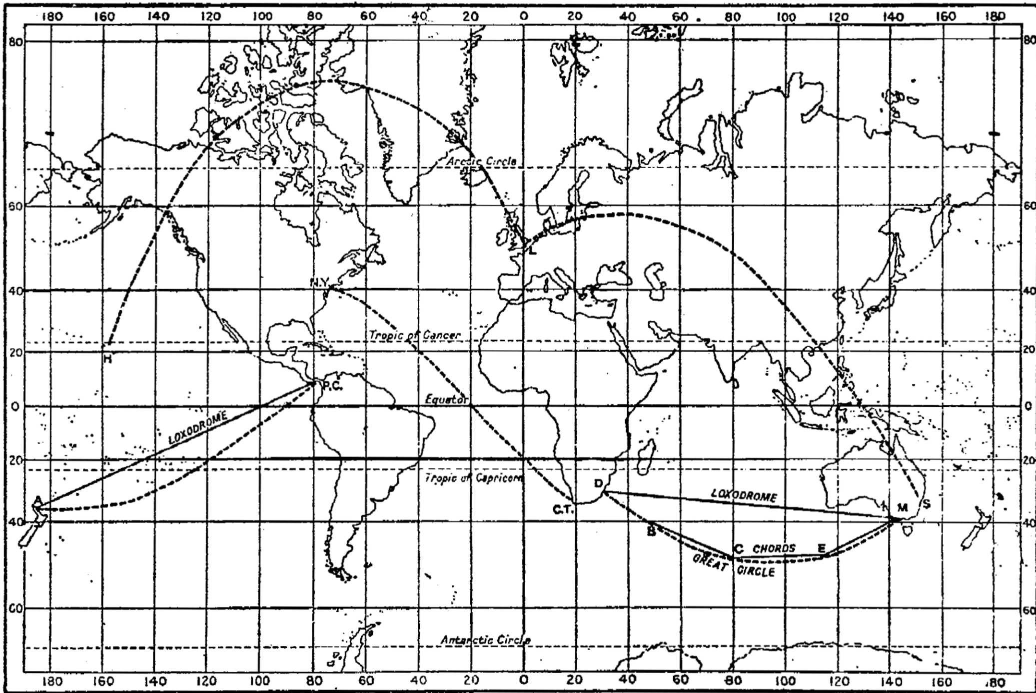
๒. **เส้นโครงแผนที่อาศัยรูปกรวย (Conical Projections)** เป็นเส้นโครงแผนที่ซึ่งสมมติว่ามีกระดาษพับเป็นรูปกรวย มาสวมครอบลงบนลูกโลก

และฉายเงาของเส้นเมริเดียน และเส้นขนานต่าง ๆ มาปรากฏลงบนกรวยนั้น ก่อนที่จะคลี่ออก ตัวอย่างของเส้นโครงแผนที่ประเภทนี้ที่ใช้กันมาก ก็ได้แก่ **เส้นโครงแผนที่แบบบอนน์** (**Bonne's Projection**) ซึ่งมีคุณสมบัติในการรักษาเนื้อที่ถูกต้องตามความเป็นจริง และ **เส้นโครงแผนที่แบบโพลิโคนิก** (**Polyconic Projection**) ซึ่งมีคุณสมบัติในการรักษาระยะทางตามความเป็นจริง



เส้นโครงแผนที่แบบบอนน์ (เส้นขนานที่ ๔๐° เหนือเป็นเส้นขนานมาตรฐาน)

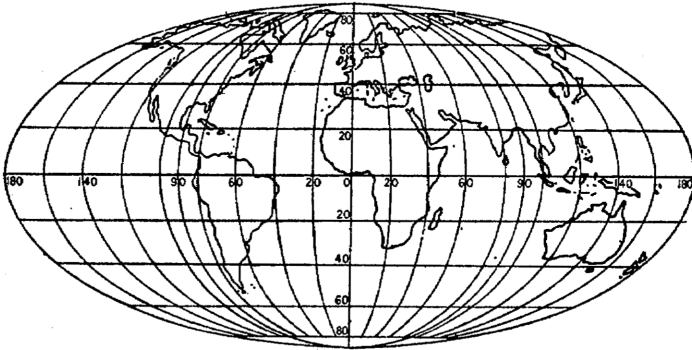
๓. **เส้นโครงแผนที่อาศัยรูปทรงกระบอก** (**Cylindrical Projections**) เป็นเส้นโครงแผนที่ที่สมมติว่า มีกระดาษพับเป็นรูปทรงกระบอกสวมครอบลูกโลก และฉายเงาของเส้นเมริเดียน และเส้นขนานไปปรากฏบนกระดาษแผ่นนั้น ในบรรดาเส้นโครงแผนที่ประเภทนี้ ที่มีชื่อเสียงมากที่สุด คือ **เส้นโครงแผนที่แบบเมอร์เคเตอร์** (**Mercator Projection**) ใช้แสดงเส้นทางเดินเรือ เพราะเส้นโครงแผนที่แบบนี้มีคุณสมบัติคงทิศทาง แต่เส้นโครงแผนที่แบบเมอร์-เคเตอร์มีข้อเสียคือ ไม่รักษาเนื้อที่ ทำให้พื้นที่แถบขั้วโลกขยายใหญ่กว่าที่ศูนย์สูตรมาก ในแผนที่ที่ใช้เส้นโครงแบบเมอร์เคเตอร์ จึงปรากฏว่าเกาะกรีน-แลนด์ มีขนาดใหญ่กว่าทวีปแอฟริกา ซึ่งไม่เป็นความจริง



แผนที่โลกใช้เส้นโครงแผนที่แบบเมอร์เคเตอร์ แสดงให้เห็นว่าเส้นตรงที่ลากเชื่อมจุดสองจุดในแผนที่นี้ จะมีทิศถูกต้องตามความเป็นจริง และรักษาทิศทางคงที่ (ภาษาอังกฤษเรียกเส้นนี้ว่า Loxodromes) แต่ว่าจะไม่เป็นเส้นที่แสดงระยะทางเดินทางที่สั้นที่สุดระหว่างตำบนสองแห่งนั้น เพราะเส้นที่แสดงระยะทางเดินทางที่สั้นที่สุด (คือเส้น Great Circle) จะปรากฏดังเส้นจุดไข่ปลาในแผนที่

๔. **เส้นโครงแผนที่ประเภทอื่น ๆ** นอกจากเส้นโครงแผนที่ประเภทใหญ่ ๆ ๓ ประเภทที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ยังมีเส้นโครงแผนที่อย่างอื่น ๆ ที่ไม่อาจจัดเข้าไว้ในประเภทใดของ ๓ ประเภทนี้ จึงรวมไว้เป็นประเภทเบ็ดเตล็ด ตัวอย่าง เช่น **เส้นโครงแผนที่แบบมอลล์ไวด์** (Mollweide Projection) **เส้นโครงแผนที่แบบไอทอฟฟ์** (Aitoff Projection) เป็นต้น

ให้ระลึกว่าเส้นโครงแผนที่ในแต่ละประเภทนั้นมีอยู่เป็นจำนวนมากมาย และแต่ละแบบมีคุณสมบัติแตกต่างกันไป มีตำราบางเล่มที่อธิบายว่า เส้นโครงแผนที่ประเภทอาศัยรูปทรงกระบอก ก็คือเส้นโครงแผนที่แบบเมอร์เคเตอร์



แผนที่โลกซึ่งใช้เส้นโครงแผนที่แบบมอลล์ไวด์

อย่างเดียว ซึ่งไม่เป็นความจริง เพราะเส้นโครงแผนที่แบบเมอร์เคเตอร์นั้นเป็นเพียงแบบหนึ่งของเส้นโครงแผนที่ประเภทอาศัยรูปทรงกระบอกเท่านั้น ยังมีเส้นโครงแผนที่แบบอื่น ๆ ที่อาศัยรูปทรงกระบอกเหมือนกัน อย่างเช่น **เส้นโครงแผนที่อาศัยรูปทรงกระบอกแบบธรรมดา (Simple Cylindrical Projection) เส้นโครงแผนที่อาศัยรูปทรงกระบอกแบบคงพื้นที่ (Cylindrical Equal-Area Projection)** เป็นต้น ซึ่งแต่ละแบบจะมีรูปร่าง และมีคุณสมบัติแตกต่างกันไป

๓. **มาตราส่วน (Scale)**

เนื่องจากแผนที่ที่เขียนขึ้นนั้นมีขนาดเล็กกว่าพื้นที่ดินตามความเป็นจริงมาก ฉะนั้น จึงต้องมีการย่อส่วนลงตามที่ต้องการ และการใช้มาตราส่วนจึงเป็นสิ่งจำเป็นในการทำแผนที่ แผนที่แต่ละแผ่นย่อมมีมาตราส่วนแตกต่างกัน สุดแล้วแต่ขนาดของกระดาษที่ใช้เขียนแผนที่นั้น เปรียบเทียบกับพื้นที่ตามความเป็นจริงที่ต้องการแสดงในแผนที่ ถ้าหากต้องการจะใช้แผนที่แสดงพื้นที่ภูมิประเทศที่มีขนาดกว้างใหญ่มาก ก็จำเป็นต้องใช้มาตราส่วนขนาดเล็ก เพื่อย่อขนาดของพื้นที่ให้เล็กพอที่จะแสดงในกระดาษแผนที่ได้ ตัวอย่างเช่น ถ้าระยะทางบนพื้นดินวัดได้ ๑๐๐ กิโลเมตร แต่เราต้องการจะเขียนลงบนแผนที่ ซึ่งมีหน้ากระดาษกว้างเพียง ๒๐ เซนติเมตร เราก็อาจจะใช้มาตราส่วน ๑:๕๐๐,๐๐๐ ซึ่งหมายความว่าระยะทาง ๑ หน่วยบนแผนที่ จะเท่ากับระยะทางบนพื้นดิน

๕๐๐,๐๐๐ หน่วย หรือระยะทางบนแผนที่ ๑ เซนติเมตร จะเท่ากับระยะทางบนพื้นดิน ๕๐๐,๐๐๐ เซนติเมตร (ซึ่งเท่ากับ ๕ กิโลเมตร) ถ้าเราใช้มาตราส่วนนี้ ระยะทางที่วัดได้บนพื้นดิน ๑๐๐ กิโลเมตร จะย่อลงเหลือเพียง ๒๐ เซน-ติเมตร บนแผนที่

แต่ถ้าเราต้องการจะเขียนแผนที่เพื่อแสดงพื้นที่ผืนเล็ก ๆ ที่ไม่ต้องการย่อส่วนมากนัก เช่น แผนที่หมู่บ้าน แผนที่ตำบล ก็อาจจะใช้มาตราส่วนขนาดใหญ่ขึ้น อย่างเช่น ๑:๕,๐๐๐ ซึ่งระยะทางบนแผนที่ ๑ เซนติเมตร จะเท่ากับระยะทางบนพื้นดิน ๕,๐๐๐ เซนติเมตร (หรือ ๕๐ เมตร) ฉะนั้น ถ้าหมู่บ้านนั้นมีความกว้างยาวไม่เกิน ๑ กิโลเมตร เราก็อาจจะเขียนแผนที่แสดงหมู่บ้านนั้นลงบนหน้ากระดาษที่มีความกว้างยาวเพียง ๒๐ เซนติเมตรได้โดยใช้มาตราส่วน ๑:๕,๐๐๐ ดังกล่าวนี้

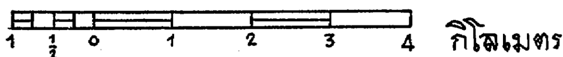
การใช้มาตราส่วนแตกต่างกันอยู่บ้างระหว่างประเทศในเครือจักรภพบริติชและสหรัฐอเมริกา กับประเทศในภาคพื้นยุโรป เนื่องจากมีการใช้มาตราวัดความยาวผิดกัน ประเทศในเครือจักรภพบริติช รวมทั้งสหรัฐอเมริกา ใช้มาตราวัดเป็นนิ้วฟุต และเป็นไมล์ ฉะนั้น จึงใช้มาตราส่วน ๑ นิ้ว ต่อ ๑ ไมล์ หรือ ๑ นิ้วต่อ ๑๐ ไมล์ ฯลฯ ดังนี้เป็นต้น ซึ่งจะเท่ากับ ๑:๖๓,๓๖๐ หรือ ๑:๖๓๓,๖๐๐ ตามลำดับ (เพราะ ๑ ไมล์ = ๖๓,๓๖๐ นิ้ว) ส่วนประเทศในภาคพื้นยุโรปใช้มาตราเมตริก จึงใช้มาตราส่วน ๑ เซนติเมตร ต่อ ๑ กิโลเมตร หรือ ๑ เซนติเมตรต่อ ๑๐ กิโลเมตร ฯลฯ มาตราส่วนจึงเป็น ๑:๑๐๐,๐๐๐ หรือ ๑:๑,๐๐๐,๐๐๐ ฯลฯ คือตัวเลขเป็นจำนวนถ้วน ๆ ไม่มีเศษเหมือนอย่างแบบแรก (๑ กิโลเมตร = ๑๐๐,๐๐๐ เซนติเมตร) สำหรับประเทศไทยเราใช้มาตราเมตริก การใช้มาตราส่วนจึงคล้ายคลึงกับแผนที่ของประเทศในภาคพื้นยุโรป

มาตราส่วนที่แสดงไว้ในแผนที่นั้น มีวิธีแสดง ๓ วิธี คือ

๑. **แสดงมาตราส่วนเป็นตัวเลข** ที่เรียกว่า **Numerical scale** หรือ **Representative fraction** ตัวอย่างเช่น มาตราส่วน ๑:๑๕๐,๐๐๐ หรือมาตราส่วน $\frac{๑}{๑๕๐,๐๐๐}$ ซึ่งหมายความว่าระยะทาง ๑ หน่วยบนแผนที่ จะเท่ากับระยะทางบน

พื้นที่ ๑๕๐,๐๐๐ หน่วย ถ้าหากหน่วยนั้นวัดเป็นเซนติเมตร ก็หมายความว่าระยะทางบนแผนที่ ๑ เซนติเมตร เท่ากับระยะทางบนพื้นที่ ๑๕๐,๐๐๐ เซนติเมตร หรือ ๑.๕ กิโลเมตร แต่ถ้าใช้หน่วยวัดเป็นนิ้ว ระยะทางบนแผนที่ ๑ นิ้ว จะเท่ากับระยะทางบนพื้นที่ ๑๕๐,๐๐๐ นิ้ว ซึ่งจะเท่ากับ ๒.๓๖๘ ไมล์ หน่วยที่ใช้จะเป็นเซนติเมตร หรือเป็นนิ้ว เป็นเมตร เป็นฟุต อย่างไรก็ได้ทั้งนั้น ข้อสำคัญอยู่ที่ว่าต้องใช้หน่วยอย่างเดียวกัน จะใช้ว่า ๑ **เซนติเมตร** บนแผนที่เท่ากับ ๑๕๐,๐๐๐ **นิ้ว** บนพื้นที่ หรือ ๑ **เซนติเมตร** บนแผนที่เท่ากับ ๑๕๐,๐๐๐ **เมตร** ไม่ได้

๒. **แสดงมาตราส่วนเป็นเส้น** ที่เรียกว่า **Graphic scale** คือลากเส้นและแบ่งเส้นนั้นออกเป็นส่วน ๆ เพื่อแสดงให้เห็นว่าระยะทางบนแผนที่จะเท่ากับระยะทางบนพื้นที่กี่กิโลเมตร หรือกี่ไมล์ โดยวัดบนมาตราส่วนเป็นเส้นนั้นได้ทันที ตัวอย่างเช่นในแผนที่ซึ่งใช้มาตราส่วน ๑:๑๐,๐๐๐ ซึ่งระยะทาง ๑ เซนติเมตรบนแผนที่จะเท่ากับระยะทางบนพื้นที่ ๑ กิโลเมตร มาตราส่วนเป็นเส้นจะปรากฏให้เห็นเป็นดังนี้



มาตราส่วนเป็นเส้นนี้ มีประโยชน์ในการช่วยทำให้เราทราบระยะทางบนพื้นดินได้รวดเร็ว เพราะไม่ต้องไปคิดเลขให้เสียเวลา เพียงแต่วัดความยาวของระยะทางบนแผนที่ที่ต้องการ ไปเทียบกับมาตราส่วนเป็นเส้น ก็ได้ผลลัพธ์เป็นระยะทางแท้จริงบนพื้นที่ได้ทันที

๓. **แสดงมาตราส่วนเป็นคำพูด** ที่เรียกว่า **Verbal scale** คือกำหนดมาตราส่วนเป็นกี่เซนติเมตรต่อหนึ่งกิโลเมตร หรือกี่นิ้วต่อหนึ่งไมล์ ตัวอย่างเช่น มาตราส่วน ๖ นิ้วต่อไมล์ (หรือ ๑:๑๐,๕๖๐) มาตราส่วน ๕ เซนติเมตรต่อ ๑ กิโลเมตร (๑:๒๐,๐๐๐) เป็นต้น

โดยที่มาตราส่วนเป็นสิ่งจำเป็นมากสำหรับการเขียนและการอ่านแผนที่ จึง

ควรได้ฝึกฝนการใช้มาตราส่วนแบบต่าง ๆ ให้ชำนิชำนาญ ในที่นี้จะได้นำตัวอย่างการใช้มาตราส่วนมาแสดง ๒ ข้อ คือ

ข้อ ๑ คำถาม : ในแผนที่ที่ใช้มาตราส่วน ๑:๑,๐๐๐,๐๐๐ ถ้าวัดระยะทางบนแผนที่ได้ ๑๗.๓ เซนติเมตร จะเป็นระยะทางบนพื้นดินเท่าไร ให้ตอบเป็นกิโลเมตร

อธิบาย : มาตราส่วน ๑:๑,๐๐๐,๐๐๐ ถ้าใช้หน่วยวัดเป็นเซนติเมตร ก็หมายความว่า ระยะทางบนแผนที่ ๑ เซนติเมตร จะเท่ากับระยะทางบนพื้นดิน ๑,๐๐๐,๐๐๐ เซนติเมตร หรือ ๑๐ กิโลเมตร

ฉะนั้น ถ้าระยะทางบนแผนที่วัดได้ ๑๗.๓ เซนติเมตร ระยะทางบนพื้นดินจึงเท่ากับ ๑๐ × ๑๗.๓ = ๑๗๓ **กิโลเมตร**

ข้อ ๒ คำถาม : ในแผนที่ที่ใช้มาตราส่วน ๑ นิ้วต่อ ๑ ไมล์ วัดระยะทางจากจุด ก. ถึงจุด ข. ได้ ๕.๕ นิ้ว ถ้าจะนำระยะทางบนพื้นดินจากจุด ก. ถึงจุด ข. นั้นมาแสดงในแผนที่ที่ใช้มาตราส่วน ๑ : ๑๐๐,๐๐๐ จะเป็นระยะทางเท่าใดบนแผนที่แผ่นหลังนั้น

อธิบาย : ในแผนที่ที่ใช้มาตราส่วน ๑ นิ้วต่อ ๑ ไมล์ ระยะทางบนแผนที่ ๑ นิ้วจะเท่ากับระยะทางบนพื้นดิน ๑ ไมล์ หรือ ๖๓,๓๖๐ นิ้ว

ฉะนั้น ถ้าวัดระยะทางจากจุด ก. ถึงจุด ข. ได้ ๕.๕ นิ้ว ก็จะเป็นระยะทางบนพื้นดิน ๖๓,๓๖๐ × ๕.๕ = ๓๔๘,๔๘๐ นิ้ว หรือเท่ากับ ๘๘๕,๑๓๙ เซนติเมตร (๑ นิ้ว = ๒.๕๔ เซนติเมตร)

ในแผนที่แผ่นที่ใช้มาตราส่วน ๑ : ๑๐๐,๐๐๐ นั้น ระยะทางบนแผนที่ ๑ เซนติเมตร เท่ากับระยะทางบนพื้นดิน ๑๐๐,๐๐๐ เซนติเมตร

ฉะนั้น ระยะทางจากจุด ก. ถึงจุด ข. ๘๘๕,๑๓๙ เซนติเมตร จึงเท่ากับระยะทางบนแผนที่แผ่นหลัง $\frac{๘๘๕,๑๓๙}{๑๐๐,๐๐๐}$ = ๘.๘๕ **เซนติเมตร**

๔. การแสดงความสูงของพื้นที่ แผนที่นอกจากจะแสดงระยะทาง และทิศทางของพื้นที่ตามแนวราบแล้ว ยังแสดงความสูงต่ำของพื้นที่ด้วย โดยเฉพาะในแผนที่แสดงภูมิประเทศ จะมีความจำเป็นมาก แต่เนื่องจากแผนที่เป็นแผ่นกระดาษราบ การแสดงความสูงของพื้นที่จึงทำได้ไม่ง่ายนัก เพราะจะต้องใช้วิธีการที่ทำให้ผู้อ่านแผนที่ สามารถนึกภาพความสูงต่ำของพื้นที่ได้ ในปัจจุบันได้มีการสร้างแผนที่ชนิดที่ทำให้กระดาษอัดนูนสูงขึ้นมาตามบริเวณที่ต้องการแสดงว่า เป็นภูเขาหรือที่ราบสูง แทนที่จะราบเรียบไปทั้งแผ่น แผนที่แบบนี้เรียกว่า Relief-like maps มีประโยชน์ที่ทำให้มองเห็นลักษณะภูมิประเทศสูง ๆ











การแสดงความสูงของพื้นที่โดยวิธีการต่าง ๆ

(๑) ลักษณะ ภูมิประเทศที่เห็นได้จากรูป Block-diagram

(๒) ภูมิประเทศเดียวกันนั้น แสดงความสูงต่ำของพื้นที่โดยใช้เส้นลาดเขา

(๓) แสดงความสูงต่ำของพื้นที่ โดยใช้เส้นชั้นความสูง

(๔) แสดงความสูงต่ำของพนที่ โดยใช้เส้นลาดเขาและเส้นชั้นความสูงประกอบกัน

(๕) แสดงความสูงต่ำของพื้นที่ โดยการใช้เส้นชั้นความสูงและการแรเงาประกอบกัน

ต่ำ ๆ ได้ทันทีไม่ต้องนึกภาพ แต่แผนที่ชนิดนี้ราคาแพงมาก และไม่สะดวกที่จะนำเคลื่อนย้ายไปมาเพราะม้วนไม่ได้ การใช้แผนที่ที่เป็นกระดาษแผ่นราบธรรมดา จึงยังคงนิยมกันอยู่

ในการทำแผนที่ ได้ใช้วิธีการต่าง ๆ เพื่อแสดงความสูงของพื้นที่ ซึ่งวิธีที่ใช้กันแพร่หลาย ก็ได้แก่

๑. **โดยการใช้เส้นชั้นความสูง (Contour lines)** คือ เป็นเส้นที่ลากเชื่อมจุดต่าง ๆ ที่มีระยะสูงเท่ากัน ในแผนที่ที่มีเส้นชั้นความสูงแสดงอยู่ จะเห็นเป็นเส้นสีน้ำตาลลากวกไปมา และมีตัวเลขกำกับไว้ที่แต่ละเส้นนั้น เพื่อให้ทราบว่าพื้นที่นั้น ๆ มีระยะสูงเท่าใด ตามปกติการกำหนดระยะสูงของพื้นที่มักกำหนดความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง **(mean sea level)** เช่นถ้าจุดหนึ่งบนแผนที่มีระยะสูง ๒๐๐ เมตร ก็หมายความว่าจุดนั้นอยู่สูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง ๒๐๐ เมตรในพื้นที่นั้น สำหรับประเทศไทยการทำแผนที่ได้กำหนดระดับน้ำทะเลปานกลางที่เกาะหลักเป็นระดับตั้งต้น (เกาะหลักอยู่ที่ชายฝั่งตะวันตกของอ่าวไทย ในเขตอำเภอเมือง จังหวัดประจวบคีรีขันธ์)

๒. **โดยการใช้เส้นลาดเขา (Hachures)** คือเป็นเส้นที่ลากไปตามความลาดของเขา ตอนใดที่เป็นที่สูงชันมาก ก็ลากเส้นหนา ๆ ชิด ๆ กัน ตอนใดที่ไม่ชันมากนัก ก็ลากเส้นบาง ๆ และห่าง ๆ กัน การใช้เส้นลาดเขา จะทำให้นึกภาพความสูงต่ำของพื้นที่ได้

๓. **โดยการแรเงา (Shading)** คือสมมติว่าลาดเขาด้านหนึ่งได้รับแสงแดด แต่อีกด้านหนึ่งมืด ฉะนั้น ด้านที่มืดจึงแรเงาให้เห็นเป็นสีดำ หรือสีเข้มอย่างอื่น ซึ่งโดยวิธีนี้ก็ช่วยทำให้นึกภาพความสูงต่ำของพื้นที่ได้ง่ายขึ้น

๔. **โดยการระบายสี (Tinting or colouring)** คือใช้สีระบายให้เห็นความแตกต่างของพื้นที่ในระยะสูงต่าง ๆ กัน อย่างเช่น ที่ราบก็ใช้สีเขียว ที่สูงใช้สีน้ำตาล ซึ่งอาจจะแตกต่างตั้งแต่สีน้ำตาลอ่อน จนถึงสีน้ำตาลเข้ม ตอนใดที่มีความสูงมาก จนมีหิมะหรือน้ำแข็งปกคลุมอยู่ ก็อาจจะใช้สีขาวหรือสีน้ำเงินอ่อนดังนี้เป็นต้น

รายชื่อหนังสือที่ใช้ประกอบในการเรียบเรียง

๑. Physical Geography แต่งโดย Arthur N. Strahler สำนักพิมพ์ John Wiley & Sons Inc. (New York) 1962

๒. Elements of Geography : Physical & Cultural แต่งโดย Verner C. Finch และ Glenn T. Trewartha สำนักพิมพ์ Mc.Grew-Hill Book Co. (New-York) 1957

๓. Physical Geography แต่งโดย Philip Lake สำนักพิมพ์ Cambridge University Press (Cambridge) 1952

๔. Principles of Physical Geology แต่งโดย Arthur Holmes สำนักพิมพ์ Thomas Nelson & Sons Ltd. (London) 1952

๕. An Introduction to Climate แต่งโดย Trewartha สำนักพิมพ์ Mc.Grew-Hill Book Co. (New York) 1954

๖. An Introduction to Study of Map Projection แต่งโดย J.A. Steers สำนักพิมพ์ University of London Press (London) 1950

๗. Elements of Cartotgraphy แต่งโดย Arthur H. Robinson สำนักพิมพ์ John Wiley Sons, Inc. (New York) 1962

๘. Economic Geography แต่งโดย John W. Alexander สำนักพิมพ์ Prentice-Hall, Inc. (New Jersey) 1963

๙. หลักวิชาภูมิศาสตร์เศรษฐกิจ แต่งโดย นายไพฑูรย์ พงศะบุตร สำนักพิมพ์ จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย พ.ศ. ๒๕๐๒

๑๐. Goode's World Atlas สำนักพิมพ์ Rand Mc.Nally & Co. (Chicago)

สมุดแผนที่

ประโยคมัธยมศึกษาตอนต้น – ปลาย

เรียบเรียงโดย

พ.อ. พูนพล อาสนจินดา



พิมพ์ที่ บริษัทโรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช จำกัด ๘๙๑ ถนนพระราม ๑ พระนคร

นางบุญพริ้ง ต. สุวรรณ ผู้พิมพ์โฆษณา พ.ศ. ๒๕๑๓